

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Institut dopravy**

Návrh obnovy vozidlového parku firmy

Vehicle Fleet Renewal Design of Transport Company

**Student:**

Patrik Šigut

**Vedoucí bakalářské práce:**

Ing. Jana Míková, Ph.D.

**Ostrava 2014**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Patrik Šigut**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie  
Téma: **Návrh obnovy vozidlového parku firmy  
Vehicle Fleet Renewal Design of Transport Company**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Charakteristika parku vozidel.
3. Metodika stanovení horní hranice pro vyřazení vozidla.
4. Výpočet optimální doby života vozidel.
5. Návrh postupu obnovy vozidlového parku, ekonomické zhodnocení.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

Literatura:

1. Daněk, A., Široký, J., Famfulík, J.: Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2000, ISBN 80-86122-41-7.
2. Daněk, A., Široký, J.: Teorie obnovy dopravních prostředků. Ostrava: VŠB – TU Ostrava 1998, ISBN 80-7078-568-3.
3. ČSN IEC 300-3-3, Analýza nákladů životního cyklu, Praha, Český normalizační institut, 1997. (01 0690).
4. Daněk, A., Bronček, M., Janošec, J., Jurák, J.: Opravárenství silničních vozidel. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2002, ISBN 80-7078-779-1.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Míková, Ph.D.**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014



  
doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřisežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 19.5.2014

  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: *19.5.2014*

*Šigut*  
.....  
Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Patrik Šigut

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Malánky 470/31, Hlučín 748 01

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

ŠIGUT, P. *Návrh obnovy vozidlového parku firmy*: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2014, 60s. Vedoucí práce: Ing. Jana Míková, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá obnovou vozidlového parku vybrané firmy. Celkem bude řešeno 13 vozidel Dopravního podniku Ostrava a.s. V úvodní části bude popsána metoda exponenciálních trendů a tzv. Z - statistika sloužící ke stanovení horní hranice vyřazení vozidel. V hlavní části budou pomocí metody exponenciálních trendů vypočteny optimální doby životnosti vozidel, které nadále budou vyžity pro výpočet horní hranice vyřazení vozidel. V závěrečné části je proveden návrh obnovy vozidel a ekonomické zhodnocení.

## **ANNOTATION OF MASTER THESIS**

ŠIGUT, P. *Vehicle Fleet Renewal Design of Transport Company*: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Institute of transport, 2014, 60s. Thesis head: Ing. Jana Míková, Ph.D.

This bachelor thesis deals with the renewal of the fleet of coaches of the company. There are 13 vehicles of Dopravní podnik Ostrava a.s. solved. In the introduction is described the method of exponential trends and the Z-statistic which is used to determine the upper limit of removal service. There is the exponential trend for calculation of optimal lifetime used in the main part. Results are used for calculation of the upper limit of removal out of service. Proposal of renewal vehicles and economic evaluation are in the final part.

# Obsah

1	Úvod	8
2	Charakteristika parku vozidel	9
2.1	Vozidlový park	9
3	Metodika stanovení horní hranice pro vyřazení vozidla	11
3.1	Základní termíny	11
	Fáze životního cyklu vozidel	13
	Náklady životního cyklu vozidla (výrobku)	14
3.2	Metoda exponenciálních trendů	16
3.3	Odhad horní hranice obnovy vozidla	19
4	Výpočet optimální doby života vozidla	21
4.1	Výpočet optimální doby obnovy vozidla	22
4.2	Výpočet horní hranice pro obnovu vozidla	25
5	Návrh postupu obnovy vozidlového parku, ekonomické zhodnocení.	27
6	Závěr	36
7	Seznam použité literatury	37
8	Seznam příloh	38

## Seznam použitých symbolů a zkratek

$A$	Amplituda udržovacích nákladů [Kč]
$\alpha$	Koeficient klesající exponenciály [-]
$\beta$	Koeficient rostoucí exponenciály [-]
$C$	Nákupní cena dopravního prostředku [Kč]
MS	Výrobce software
$\mu$	Populační průměr [-]
$N_{(t)}$	Hodnota prostředku v čase [t]
$N_{c(t)}$	Celková hodnota vozidla v čase [t]
$N_p$	Pořizovací náklady [Kč]
$N_{u(t)}$	Náklady na údržbu vozidla v čase [t]
$N_v$	Vlastní náklady [Kč]
$n$	Počet vozidel [Ks]
$S$	Redukovaný rozptyl výběru [-]
$t$	Stáří vozidla [rok]
$T_h$	Horní hranice pro vyřazení vozidla [Roky]
$T_{opt}$	Optimální doba obnovy vozidla [rok]
$\bar{x}$	Aritmetický průměr [-]
$x_i$	Doba optimální životnosti vozidla [Roky]
$Z$	Testovací statistika [-]

# 1 Úvod

Pro svou bakalářskou práci jsem si vybral téma: „Návrh obnovy vozidlového parku firmy“. Vybral jsem si vozidlový park Dopravního podniku Ostrava a.s. Návrh se týká osobních a užitkových vozidel, sloužících pro potřeby dopravního podniku.

Aktuálním velkým problémem v soukromé i státní sféře je nelehká ekonomická a finanční situace, nutností je mimo jiné i efektivní využívání dotací. Tento problém se týká i DPO, který využívá různé typy služebních vozidel od různých výrobců. Příslušný typ vozidla souvisí s činnostmi vykonávanými danou skupinou, např. údržba prodejních automatů, údržba jízdních řádů, energetický dispečink, dopravní dispečink. Pro každou činnost je volen vhodný typ vozidla. Některá vozidla jsou vybavena výstražnými systémy (světelné nebo i zvukové výstražné systémy modré nebo oranžové barvy), jiná jsou opatřena speciálním vybavením.

Cílem této bakalářské práce je návrh obnovy vozidel, a to s ohledem na prováděnou činnost, ekonomické hledisko a optimální dobu životnosti vozidlového parku. Při vhodném plánování obnovy může být zajištěna nemalá úspora finančních prostředků při pořizování, údržbě a provozu služebních vozidel.

Závěrem práce je vytvořit výběr konkrétních typů vozidel, kterými by mohla být postupně nahrazována vozidla na konci životnosti ve vozidlovém parku DPO.



## **2 Charakteristika parku vozidel**

Dopravní podnik Ostrava a.s. je provozovatelem městské hromadné dopravy na území Ostravy a v přilehlých obcích [23]. Zakladatelem a vlastníkem společnosti je Statutární město Ostrava. Hlavním účelem společnosti je poskytování služeb v oblasti tramvajové, trolejbusové a autobusové dopravy. Dále se jedná o projektování, výstavbu, údržbu a opravy dopravních cest, dopravních prostředků, jejich montáž a výroba. Nedílnou součástí je i projektování dopravní obsluhy území, školení řidičů a prodej reklamy. Hlavní důraz je kladen na spokojenost zákazníka, profesionalitu, spolehlivost, přesnost, ochotu zaměstnanců vůči cestujícímu a týmová práce kolektivu. Takto rozsáhlá a komplexní činnost by nebyla možná bez operativního řízení technologických skupin. Jak již bylo zmíněno výše, každá tato skupina pro výkon své činnosti využívá rozličný typ vozidel. Údržba vozidlového parku probíhá jednak v autorizovaných servisech, nebo ve vlastních dílnách DPO.

### **2.1 Vozidlový park**

Vozidlový park služebních vozidel DPO obsahuje 44 osobních vozidel a 58 nákladních vozidel různých výrobců a typů. Průměrné stáří osobních vozidel je 9 let, což odpovídá i republikovému průměru a stáří nákladních vozidel je průměrně 10 let. Přičemž ročně najede jedno vozidlo zhruba 14 000 km. Číslo není nijak vysoké, ale vzhledem k tomu, že většina ujeté vzdálenosti je na území města. Vozidla jsou provozována převážně v městském provozu a tak podléhají specifickým problémům jízdy na krátké vzdálenosti (časté starty, nedostatečné ohřátí motoru na provozní teplotu a další). V momentálním zastoupení typu pohonu převládají dieselové motory, které dopravní podnik preferuje i do budoucna. Cílem je vyřadit ekonomicky nevýhodná vozidla, a tím snížit náklady na provoz vozidlového parku. K posouzení jsem vybral 13 vozidel, kdy určujícím kritériem byly celkově ujeté kilometry a rok pořízení.

V tabulce 1 je uveden seznam vozidel Dopravního podniku, u kterých bude zjištěna optimální doba obnovy.

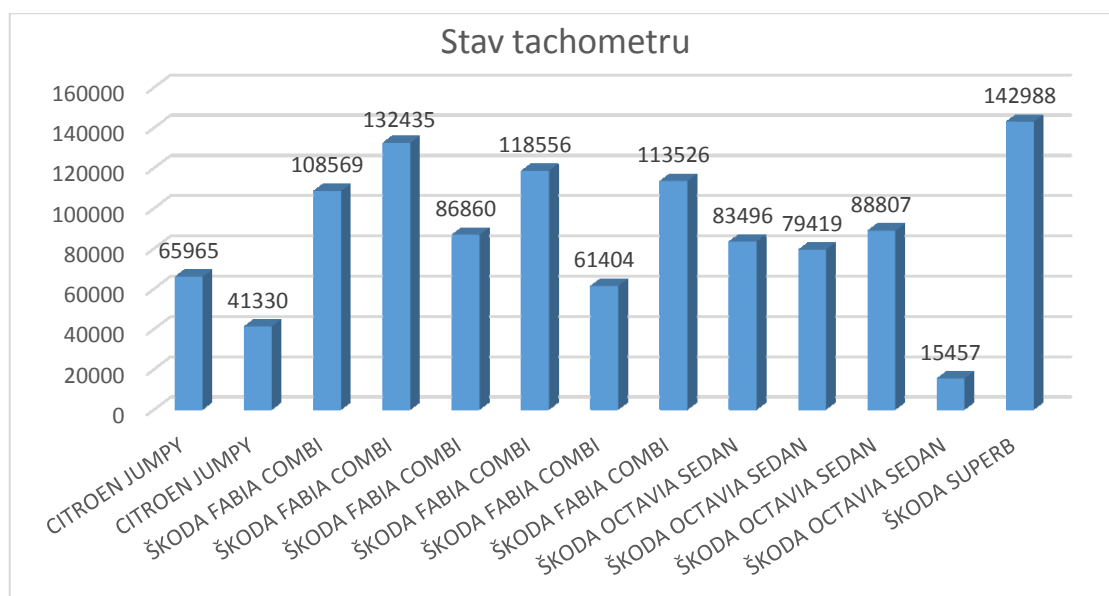
Registrační značka	Typ vozidla	Pořizovací cena	Rok výroby	Zařazení do provozu	Stav tachometru	Motorizace
5T7 3448	CITROËN JUMPY	576 911 Kč	2008	18. 7. 2008	65965	2.0 HDI / 88 kW
5T7 3449	CITROËN JUMPY	520 765 Kč	2008	18. 7. 2008	41330	2.0 HDI / 88 kW
5T9 9343	ŠKODA FABIA COMBI	345 350 Kč	2008	24. 11. 2008	108569	1.6 16V / 77 kW
5T9 9345	ŠKODA FABIA COMBI	345 350 Kč	2008	24. 11. 2008	132435	1.6 16V / 77 kW
5T9 8412	ŠKODA FABIA COMBI	342 900 Kč	2008	12. 11. 2008	86860	1.6 16V / 77 kW
5T9 8413	ŠKODA FABIA COMBI	342 900 Kč	2008	12. 11. 2008	118556	1.6 16V / 77 kW
7T1 3995	ŠKODA FABIA COMBI	332 467 Kč	2011	8. 4. 2011	61404	1.6 TDI / 77 kW
7T5 0765	ŠKODA FABIA COMBI	351 684 Kč	2011	28. 4. 2011	113526	1.6 TDI / 77 kW
6T3 5301	ŠKODA OCTAVIA SEDAN	527 227 Kč	2009	30. 6. 2009	83496	2.0 TDI / 103 kW
6T3 5304	ŠKODA OCTAVIA SEDAN	538 907 Kč	2009	30. 6. 2009	79419	2.0 TDI / 103 kW
6T3 5302	ŠKODA OCTAVIA SEDAN	539 326 Kč	2009	30. 6. 2009	88807	2.0 TDI / 103 kW
6T7 3557	ŠKODA OCTAVIA SEDAN	281 633 Kč	2011	2. 2. 2011	15457	1.6 MPI / 75 kW
6T3 5303	ŠKODA SUPERB	593 530 Kč	2009	30. 6. 2009	142988	2.0 TDI / 103 kW

Tabulka 1: Seznam vybraných vozidel DPO k obnově

Jedná se o vozidla kategorií M1 a N1 dle rozdělení silničních vozidel podle EHK[10] – M1 – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu osob (osobní automobil) a která mají nejvýše 9 míst k sezení včetně řidiče.

N1 – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu nákladu.

V grafu 1 je zobrazen stav tachometru pro vybrané typy vozidel pro výpočetní část mé bakalářské práce. Z grafu vyplývá, že nejvíce vozidel má stav tachometru mezi 60 000 a 90 000 km, proto se aktuální cena nebude zjišťovat procentuální srážkou za ujeté kilometry. Největší zastoupení v dané skupině vozů má Škoda Fabia Combi se šesti kusy a Škoda Octavia Sedan se čtyřmi kusy, následuje Citroen Jumpy se dvěma kusy a jeden kus Škoda Superb.



Graf 1: Stav tachometru jednotlivých typů vozidel

### 3 Metodika stanovení horní hranice pro vyřazení vozidla

Každý podnik potřebuje spolehlivý, efektivní a dobře fungující vozidlový park. Správné řízení obnovy a filozofie nákladů životního cyklu vedou ke snižování nákladů spojených s údržbou a zvyšováním kvality. Vlastník vozidlového parku by měl mít dokonalý přehled o jeho technickém stavu a tendencích dalšího vývoje, aby mohl včas podniknout potřebná opatření, což nakonec vede k úspoře finančních prostředků a v neposlední řadě i ochraně životního prostředí. Pro účelné řízení údržby vozidel se dnes používá software. Vlastník se musí řídit platnými zákony a vyhláškami (např. zákonné technické prohlídky a měření emisí). Jiné podmínky, vyjma těch zákonných, nejsou určeny a záleží pouze na vlastníkově, kdy k obnově vozidel přistoupí. To závisí především na životnosti vozidel (tím rozumíme schopnost vozidla plnit požadované funkce do dosažení mezního stavu, číselně se vyjadřuje např. technickým životem vozidla nebo časem používání) a potřebách dopravce.

#### 3.1 Základní termíny

Termín spolehlivost je používán pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují.[1]

##### Spolehlivost

Je jedním ze základních hodnotících kritérií dopravního prostředku z hlediska jeho užitné hodnoty a zaujímá důležitou roli v teorii obnovy dopravních prostředků. Úroveň spolehlivosti mimo jiné ovlivňuje jakost konstrukce a jakost výrobního provedení.

Podle platné normy IEC 50(191) je spolehlivost souhrnný termín pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují. Sem patří bezporuchovost, udržitelnost a zajištěnost údržby.

### **Bezporuchovost**

Schopnost objektu plnit požadované funkce v daném časovém intervalu a za stanovených podmínek.

### **Udržitelnost**

Schopnost objektu předcházet poruchám předepsanou údržbou.

### **Zajištěnost údržby**

Schopnost údržbářské organizace zajistit podle požadavků za daných podmínek dostatek prostředků potřebné pro údržbu.

### **Obnova**

Byla charakterizována platnou normou ČSN IEC 50(191) jako jev, kdy objekt po poruchovém stavu opět získá schopnost plnit požadovanou funkci.

Tím se rozumí např. údržba, výměna či oprava poškozené části. Tedy jde o souhrn cílevědomých činností, které vedou k udržení či navrácení provozuschopnosti objektu.

### **Diagnostika**

Zjišťuje technický stav objektů. Je důležitá pro včasné zachycení vad, potřebě údržby, nebo vypovídá o další možné době provozu objektu.

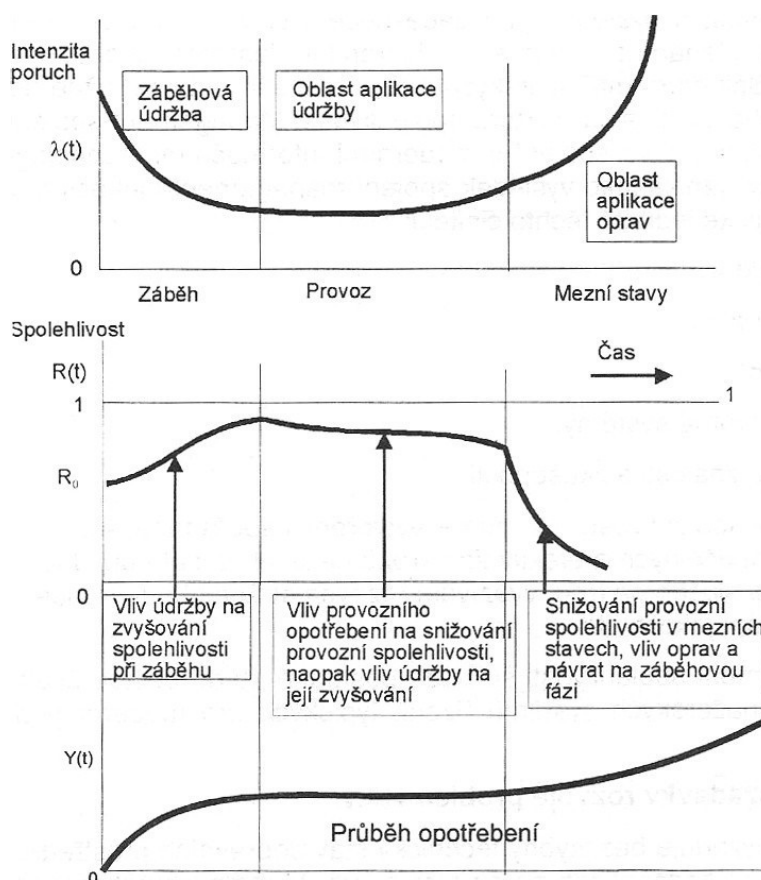
### **Údržba**

Je soubor preventivních opatření, kdy se snažíme o zabránění vzniku poruchy tím že, pravidelně kontrolujeme objekt a provádíme čištění, mazání seřizování a další úkony. Pravidelná údržba pomáhá snížit celkový počet poruch. V případě potřeby údržba zajistí opravu poškozené části.

### **Životnost**

Schopnost objektu plnit požadované funkce do dosažení mezního stavu při předepsané údržbě a oprav.

Pojmy uvedené výše můžeme graficky znázornit v obrázku 1, který schematicky znázorňuje průběh tří veličin – intenzity poruch, spolehlivosti a průběhu opotřebení ve třech fázích životního cyklu ( fáze záběhu, fáze normálního provozu, fáze mezních stavů).



Obrázek 1: Schéma průběhu intenzity poruch, spolehlivosti a opotřebení [1]

## Fáze životního cyklu vozidel

Pod pojmem náklady životního cyklu (LCC – Life Cycle Cost) najdeme rozpracované a dopodrobna zanalyzované jednotlivé etapy života daného vozidla. Tyto etapy na sebe logicky navazují, nejsou od sebe izolovány. LCC vzniklo z důvodu všudypřítomného, zvyšujícího se ekonomického tlaku, vedoucího investory nahlížet na hospodaření s vozidly z dlouhodobého hlediska. Důležité je porovnat si náklady na pořízení vozidla, což je pouze pověstná špička ledovce (viz. Obrázek 2) s náklady spojenými na jeho následný provoz, opravy, údržbu a v neposlední řadě likvidaci. Mezi základní podmínky pro hodnocení LCC patří orientační doba provozu vozidla, která musí být delší než jeden rok a náklady na pořízení vozidla, jež představují menší část celkových nákladů. Každý výrobce, ale i uživatel by měl vědět, ve které etapě se vozidlo nachází, protože během jednotlivých etap dochází k různým změnám jakostních parametrů (intenzita poruch apod.).

Výstup z použitých přesných měřících metod je poté použit k správnému načasování vyřazení vozidla, které by nemělo být ani předčasné, ani příliš pozdě.

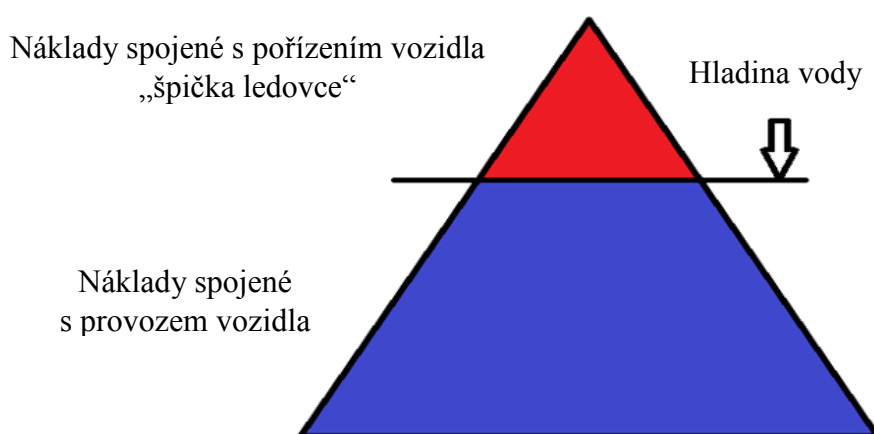
Tyto etapy lze rozdělit následovně [6]:

- Etapa koncepce a stanovení požadavků na vozidlo
- Etapa návrhu a vývoje vozidla
- Etapa výroby
- Etapa uvedení do provozu
- Etapa provozu
- Etapa modernizace
- Etapa likvidace vozidla

### Náklady životního cyklu vozidla (výrobku)

Nyní se postupně dostáváme k veličinám, jež ovlivňují náklady na život vozidla [4]. LCC má dvě základní složky. První jsou náklady na pořízení – **N<sub>p</sub>** (cena vozidla a náklady na 1. až 4. etapu LCC, velkou výhodou je, že jsou obecně zřejmé a můžeme je vyhodnotit před samotným pořízením vozidla). A druhá složka **N<sub>v</sub>** – vlastnické náklady (ty tvoří náklady spojené s provozem, údržbou, opravami a likvidací vozidla). Lze je vyjádřit vztahem:

$$LCC = N_p + N_v$$



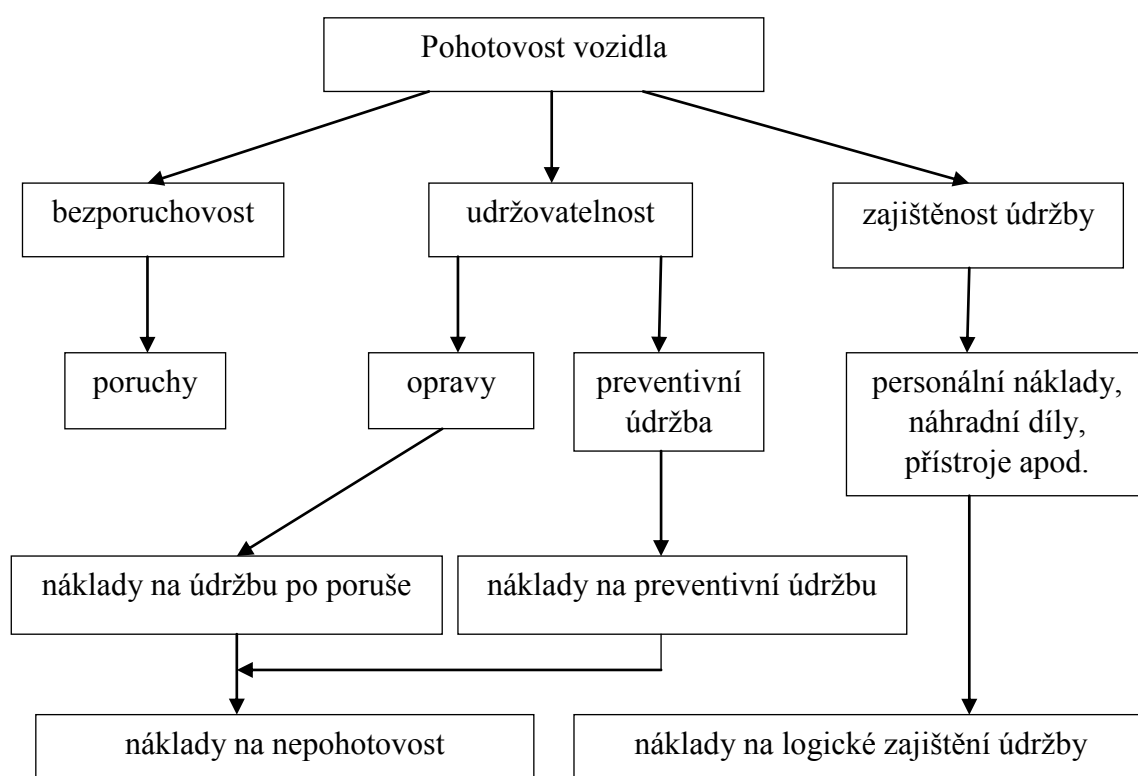
Obrázek 2: Dělbá nákladů v LCC [4]

Abychom mohli LCC správně odhadnout, musíme si jej rozčlenit na jednotlivé nákladové položky. Postupujeme následovně:

- rozčleníme vozidlo na jednotlivé konstrukční části, skupiny a podskupiny,
- rozčleníme jednotlivé etapy LCC (ve které fázi se má daná činnost provádět),
- zařadíme náklady do příslušných kategorií (pracovní síla, materiál, energie atd.),
- provedeme analýzu různých variant uspořádání vozidla (náhradní díl koupit nebo vyrobit, případně použít repasovaný z likvidovaného vozidla atd.).

Spolehlivostní nákladové položky vozidla:

- náklady na nepohotovost (doba, kdy je vozidlo porouchané),
- záruční náklady (dodavatelem dojednané období, kdy provádí servis na vlastní náklady. Ty se ale mohou promítnout do výše pořizovací ceny),
- náklady z odpovědnosti za škodu způsobenou vadou vozidla (např. poškození životního prostředí, zranění osob, materiální ztráty atd.).



Obrázek 3: Schéma nákladů na spolehlivost [4]

### 3.2 Metoda exponenciálních trendů

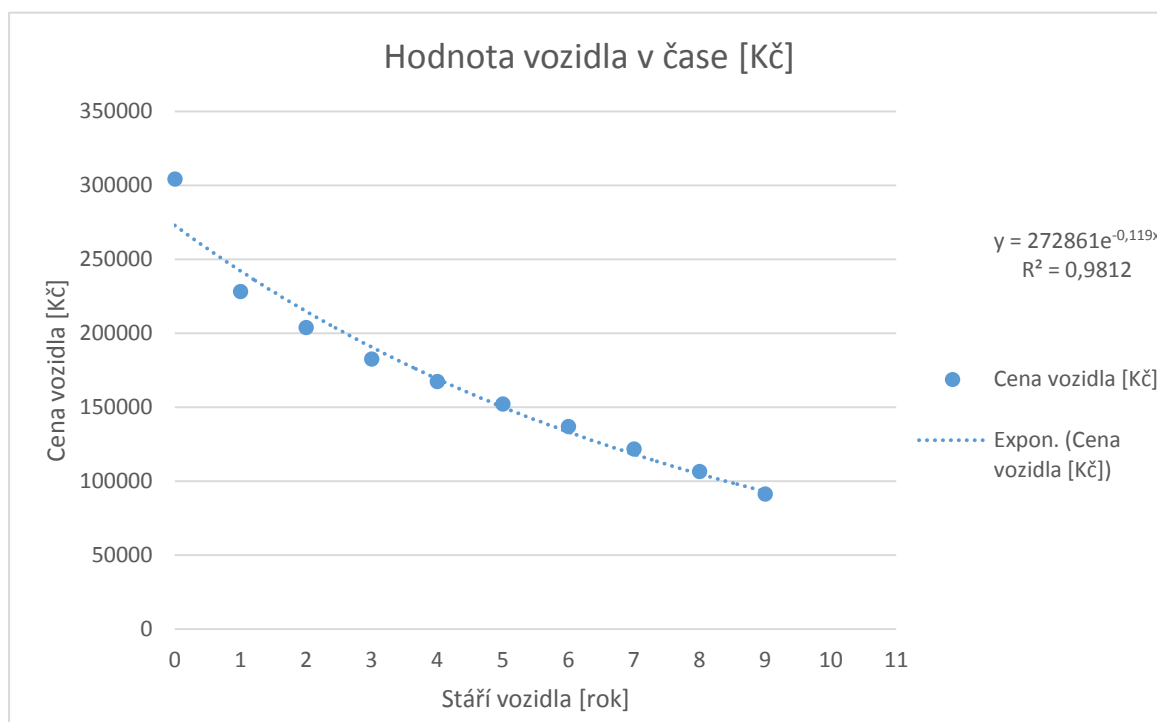
Optimální životnost silničních vozidel bude zjištěna pomocí metody exponenciálních trendů [1]. K výpočtům je nutné shromáždit velké množství dat o silničních vozidlech týkajících se nákladů na provoz a údržbu. Shromážděné informace využijeme k vyhodnocení trendů, ze kterých se následně vypočítají optimální doby životnosti vybraných silničních vozidel.

Je známo, že s rostoucím stářím vozidla jeho tržní hodnota klesá. Hodnota vozidla nemůže být se zvyšujícím časem konstantní. Když vozidlo budeme odepisovat konstantním procentem, je možné popsat zůstatkovou hodnotu v čase klesající exponenciálou. Pak lze hodnotu vozidla popsat vztahem

$$N(t) = C \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad (1)$$

Kde:

$N(t)$	– hodnota vozidla v čase (t)	[Kč]
$C$	– pořizovací cena vozidla	[Kč]
$\alpha$	– koeficient klesající exponenciály ceny vozidla	[-]
$t$	– stáří vozidla	[roky]



Graf 2: Příklad klesající exponenciály hodnoty vozidla

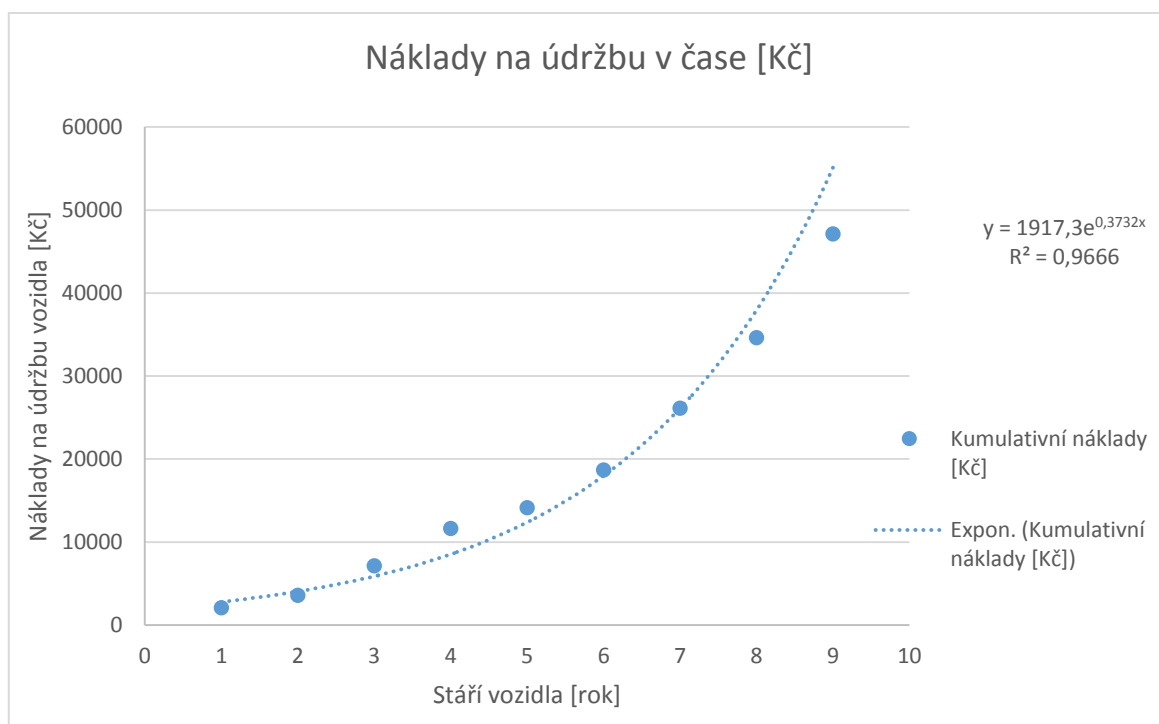


Podobným způsobem můžeme popsat i náklady potřebné k udržení vozidla v bezporuchovém stavu. S rostoucím stářím vozidla je finančně náročnější jej udržet v provozuschopném stavu. Náklady na údržbu vozidla mají kumulativní charakter s průběhem rostoucí exponenciály a lze je popsat vztahem

$$N_u(t) = A \cdot e^{\beta \cdot t} \quad (2)$$

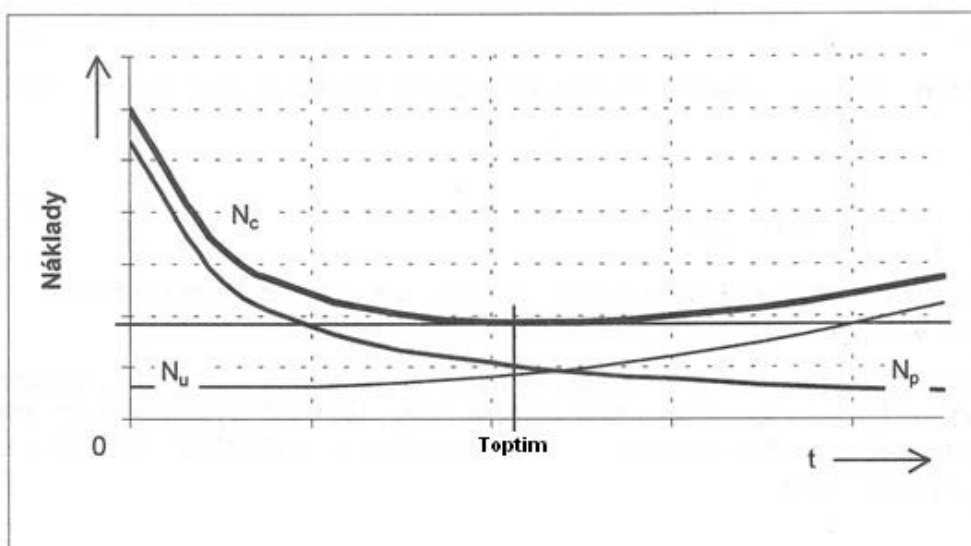
Kde:

$N_u(t)$	– náklady na údržbu v čase (t)	[Kč]
A	– amplituda udržovacích nákladů	[Kč]
$\beta$	– koeficient rostoucí exponenciály	[t]
t	– stáří vozidla	[roky]



Graf 3: Příklad rostoucí exponenciály nákladů na údržbu vozidla

Celková hodnota vozidla se vypočte jako součet zůstatkové hodnoty a nákladů potřebných k udržení vozidla v provozuschopném stavu. Vztah je zobrazen grafem 4.



Graf 4: Průběh celkové hodnoty vozidla [1]

$$N_c(t) = C \cdot e^{-\alpha \cdot t} + A \cdot e^{\beta \cdot t} \quad (3)$$

Kde:

$N_c(t)$	– celková hodnota v čase (t)	[Kč]
$C$	– pořizovací cena vozidla	[Kč]
$A$	– amplituda udržovacích nákladů	[Kč]
$\alpha$	– koeficient klesající exponenciály	[-]
$\beta$	– koeficient rostoucí exponenciály	[-]
$t$	– stáří vozidla	[roky]

Z rovnice (3) je potřeba vyjádřit čas  $t$ , protože v tomto okamžiku začínají přerůstat náklady na údržbu zůstatkovou hodnotu vozidla.

Proto musíme najít extrém podle času:

$$\frac{dN_c(t)}{dt} = 0 \quad (4)$$

$$-\alpha \cdot C \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \beta \cdot A \cdot e^{\beta \cdot t} = 0$$

$$\alpha \cdot C \cdot e^{-\alpha \cdot t} = \beta \cdot A \cdot e^{\beta \cdot t}$$

Pro výpočet optimální doby obnovy vozidla je potřeba rovnici upravit a vyjádřit čas  $T_{opt}$ .

$$\alpha \cdot C \cdot e^{-\alpha \cdot T_{opt}} = \beta \cdot A \cdot e^{\beta \cdot T_{opt}}$$

$$\frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A} = \frac{e^{\beta \cdot T_{opt}}}{e^{-\alpha \cdot T_{opt}}}$$

$$\frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A} = e^{\beta \cdot T_{opt} + \alpha \cdot T_{opt}}$$

$$\ln\left(\frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A}\right) = T_{opt} \cdot (\beta + \alpha)$$

$$T_{opt} = \frac{1}{\beta + \alpha} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A}\right) \quad (5)$$

Kde:

$T_{opt}$	– optimální doba obnovy vozidla	[roky]
$C$	– pořizovací cena vozidla	[Kč]
$A$	– amplituda udržovacích nákladů	[Kč]
$\alpha$	– koeficient klesající exponenciály	[-]
$\beta$	– koeficient rostoucí exponenciály	[-]

### 3.3 Odhad horní hranice obnovy vozidla

Vozidla Dopravního podniku Ostrava jsou tvořena více typy vozidel různého stáří. Vypočtené hodnoty optimální doby obnovy vozidla budou zjištěny pouze jako bodové odhady, které budou zatížené statistickou chybou, a proto se musí odhadnout horní hranice obnovy vozidel.

Horní hranice obnovy vozidel bude odhadnuta statistickou metodou. Vzhledem k menšímu počtu typů vozidel, bude pro odhad horní hranice obnovy vozidla využito Studentovo t-rozdělení.

U Studentova t-rozdělení je možné pomocí intervalů odvodit příslušné intervalové odhady na hladině významnosti  $\alpha$ , neboli se stupněm spolehlivosti  $1 - \alpha$ . To znamená, že odhadovaný parametr leží s pravděpodobností  $\alpha$  mimo nezávislý interval a s pravděpodobností  $1 - \alpha$  leží uvnitř nezávislého intervalu. Když bude hodnota stupně volnosti větší, bude interval delší.

Při odhadu horní hranice se využívá jednostranný test, kde hladina významnosti  $\alpha = 0,1$ .

V prvním kroku je potřeba z již vypočtených optimálních dob životnosti vypočítat aritmetický průměr, který lze získat z následujícího vztahu [1]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (6)$$

Kde:

$\bar{x}$	– aritmetický průměr	[roky]
$x_i$	– optimální doba obnovy vozidla	[roky]
$n$	– počet vozidel	[ks]

V následujícím kroku je nutné použít vztah pro výpočet redukovaného rozptylu:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Kde:

$S$	– redukovaný rozptyl výběru	[-]
-----	-----------------------------	-----

V dalším kroku bude využita matematická statistika, tzv. Z-statistika (testovací statistika), která má základní tvar:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{S} \cdot \sqrt{n} \quad (8)$$

Kde:

$Z$	– testovací statistika	[-]
$\mu$	– populační průměr	[roky]

K výpočtu horní hranice obnovy vozidla lze použít následující vztah:

$$T_h = \bar{x} + \frac{Z \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

Kde:

$T_h$	- horní hranice obnovy vozidla	[roky]
-------	--------------------------------	--------

## 4 Výpočet optimální doby života vozidla

K výpočtu optimální doby života vozidel je potřeba získat následující informace:

### Aktuální cena vozidla v daném roce provozu

Tuto cenu lze stanovit několika způsoby:

- formou odpisů (Zákon ČNR č.586/1992 Sb., o daních z příjmu),
- formou znaleckého standardu (Znalecký standard I/2005),
- odhadem tržní ceny (autobazary, inzerce, internet),
- vnitropodnikovou směrnicí.

### Kumulativní náklady na údržbu a opravy za dané období provozu

Do těchto nákladů nejsou zahrnuty náklady spojené se spotřebou pohonných hmot, pojištění apod. Patří sem pouze náklady spojené s údržbou jednotlivých vozidel preventivní i po poruše.

Výpočet aktuální ceny pro jednotlivá vozidla jsem provedl podle Amortizační stupnice znaleckých standardů [7] - tabulka 2, výpočty jsou součástí přílohy A.

Tabulka 2: Amortizační stupnice znaleckých standardů

Doba provozu vozidla v letech	Snížení hodnoty oproti původní ceně o:	
	zdvihový objem 951 - 2000 cm <sup>3</sup>	zdvihový objem od 2001 cm <sup>3</sup>
1	25%	33%
2	33%	40%
3	40%	45%
4	45%	50%
5	50%	55%
6	55%	60%
7	60%	65%
8	65%	70%
9	70%	74%
10	74%	78%
11	78%	82%
12	82%	86%
13	86%	90%
14 a více	90%	90%

Pro výpočet ceny jsem nepoužil procentuální srážku za počet ujetých km - tabulka 3, protože zprůměrováním procentuálních srážek z amortizace s počtem ujetých kilometrů dojde ke zvýšení aktuální ceny vozidel (příčinou je nízký počet ujetých kilometrů u většiny vozidel).

Tabulka 3: Základní procentuální srážka za počet ujetých km

Osobní vozidla se zdvihovým objemem válců motoru [cm <sup>3</sup> ]	Rozsah ujetých kilometrů	% srážka za každých 1000 km
951 - 2000	do prvních 20.000	1,00
	další	0,50
2000 - 3000	do prvních 30.000	0,67
	další	0,33

Údaje pro výpočty mi byly poskytnuty z vnitřní aplikace DPO, která eviduje jednotlivá vozidla a údaje o jejich měsíčním provozu. Níže je uveden pouze vzorový příklad pro vozidlo Škoda Octavia Sedan 6T3 5304, veškeré vypočtené hodnoty jsou uvedeny v příloze B.

#### 4.1 Výpočet optimální doby obnovy vozidla

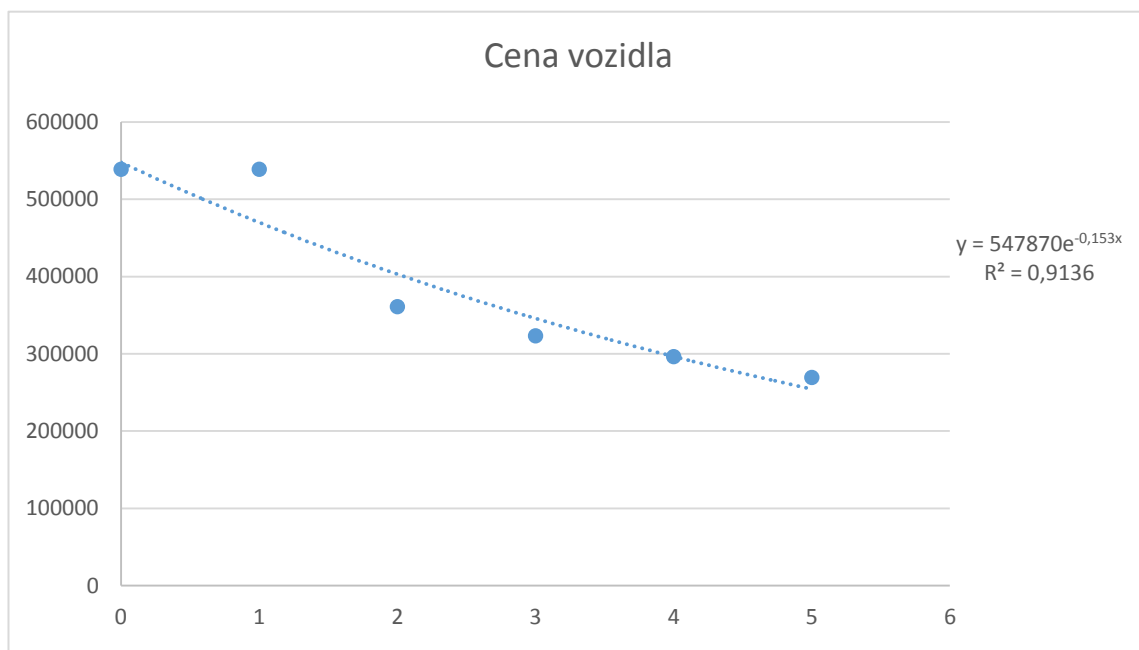
##### Škoda Octavia Sedan 6T3 5304

Vozidlo Škoda Octavia Sedan byla pořízena za nákupní cenu 538 907 Kč a uvedeno do provozu v roce 2009. Během doby provozu byly vynaloženy náklady spojené s plánovanou údržbou vozidla.

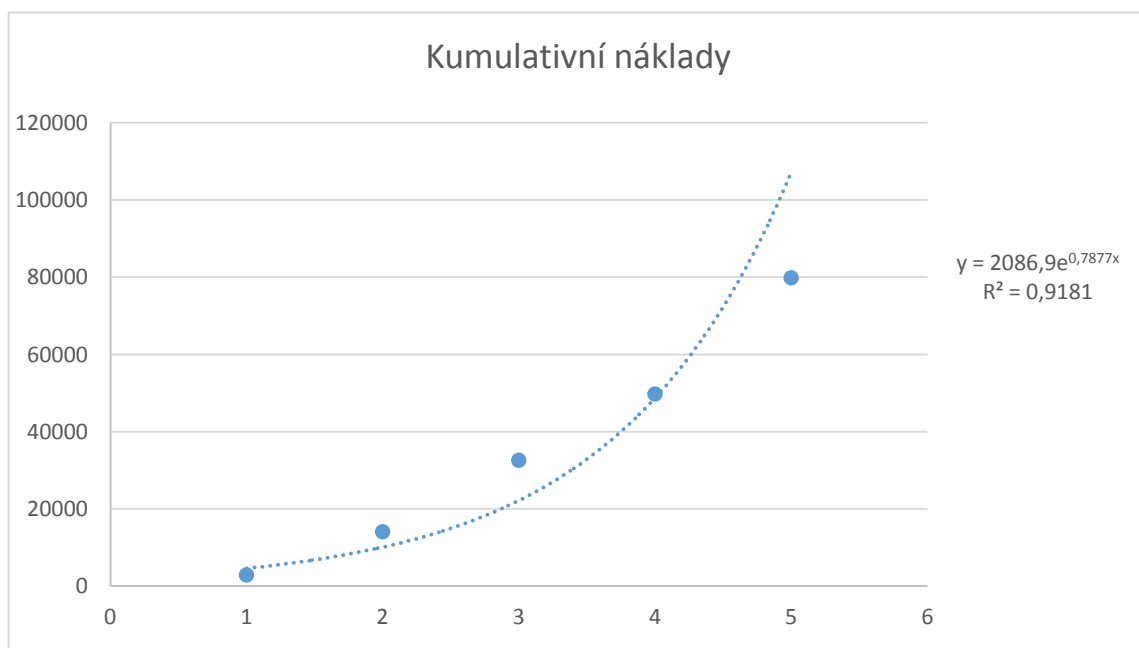
Tabulka 4: Škoda Octavia Sedan 6T3 5304

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5304						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						538 907
2009	1	15 884	2921	2921	0.25	404 180
2010	2	31 768	11 208	14129	0.33	361 068
2011	3	47 651	18 504	32 633	0.40	323 344
2012	4	63 535	17 159	49 792	0.45	296 399
2013	5	79 419	30 098	79 890	0.50	269 453

Podle údajů uvedených v tabulce 4 byly následně pomocí programu MS Excel vytvořeny grafy 1 a 2, znázorňující průběh poklesu ceny vozidla a současně zvyšování nákladů na údržbu v jednotlivých letech.



Graf 5: Průběh poklesu ceny vozidla Škoda Octavia Sedan 6T3 5304



Graf 6: Průběh kumulativních nákladů ceny vozidla Škoda Octavia Sedan 6T3 5304

Body zobrazenými v grafech byla proložena exponenciální spojnice trendů, ze které byl získán koeficient klesající exponenciály  $\alpha$ , amplitudu udržovacích nákladů  $A$  a koeficient rostoucí exponenciály  $\beta$ . Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Údaje vozidla Škoda Octavia Sedan 6T3 5304

<b>Nákupní cena vozidla - C [Kč]</b>	538 907
<b>Koeficient klesající exponenciály - <math>\alpha</math> [-]</b>	0,153
<b>Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]</b>	2087
<b>Koeficient rostoucí exponenciály -<math>\beta</math> [-]</b>	0,7877
<b>Optimální doba obnovy vozidla <math>T_{opt}</math> [rok]</b>	<b>4,2</b>

Optimální doba obnovy vozidla Škoda Octavia Sedan byla získána dosazením výše uvedených údajů do vzorce (5).

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln \left( \frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A} \right) \quad [\text{roky}]$$

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln \left( \frac{0,153 \cdot 538907}{0,7877 \cdot 2087} \right)$$

$$T_{opt} = 4,2 \text{ roku}$$

Pro vozidlo Škoda Octavia Sedan byla vypočtena optimální doba obnovy 4,2 let od uvedení do provozu, tzn. od června roku 2009.

Tabulka 6: Optimální doba obnovy jednotlivých vozidel

<b>Typ vozidla</b>	<b>Registrační značka</b>	<b>Zařazení do provozu</b>	<b>Optimální doba obnovy vozidla [roky]</b>
Citroën Jumpy	5T7 3448	červenec 2008	<b>6.7</b>
Citroën Jumpy	5T7 3449	červenec 2008	<b>5.9</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 9343	listopad 2008	<b>4.8</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 9345	listopad 2008	<b>4.2</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 8412	listopad 2008	<b>4.7</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 8413	listopad 2008	<b>5.0</b>
Škoda Fabia Combi	7T1 3995	duben 2011	<b>3.3</b>
Škoda Fabia Combi	7T5 0765	duben 2011	<b>3.2</b>
Škoda Octavia Sedan	6T3 5301	červen 2009	<b>3.5</b>
Škoda Octavia Sedan	6T3 5304	červen 2009	<b>4.1</b>
Škoda Octavia Sedan	6T3 5302	červen 2009	<b>4.8</b>
Škoda Octavia Sedan	6T7 3557	únor 2011	<b>6.6</b>
Škoda Superb	6T3 5303	červen 2009	<b>3.9</b>



## 4.2 Výpočet horní hranice pro obnovu vozidla

K vypočtení horní hranice pro vyřazení vozidel je nutné mít zjištěné hodnoty optimální doby obnovy vozidla, které jsou uvedené v tabulce č. 6. Z této tabulky jsou vybrány tři soubory hodnot. První soubor se týká vozidel Citroën Jumpy, druhý Škoda Fabia Combi a třetí soubor vozidel Škoda Octavia Sedan. Protože každý ze souboru obsahuje méně než 30 hodnot, je zde využito Studentovo t - rozdělení. Níže je uveden pouze vzorový příklad pro soubor vozidel Škoda Octavia Sedan, veškeré vypočtené hodnoty jsou uvedeny v příloze č. C.

Pomocí vzorce (6) byl vypočítán aritmetický průměr optimální doby obnovy vozidla pro každý soubor.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad [\text{roky}] \quad (6)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{4} \cdot (3,5 + 4,2 + 4,8 + 6,6) = \mathbf{4,8 \text{ roku}}$$

Poté byl vypočítán redukovaný rozptyl v programu MS EXCEL pomocí funkce SMODCH. VÝBĚR. Lze ho také vypočítat podle vzorce (7).

$$\mathbf{S = 1,37}$$

Z - statistika byla vypočtena pomocí programu MS EXCEL s využitím statistické funkce TINV. Lze ji také vypočítat podle vzorce (8).

- Program MS EXCEL v případě Studentova t - rozdělení provádí nepřesné výpočty, to se musí zohlednit přenásobením hladiny významnosti dvěma, tedy  $\alpha = 0,2$ , poté dosáhneme přesnějšího výpočtu.
- U Studentova t - rozdělení je počet stupňů volnosti roven  $(n - 1)$ , tedy:  $4 - 1 = \mathbf{3}$  **stupně volnosti**.

$$\text{TINV}(\alpha, n)$$

$$\text{TINV}(0,2,4)$$

$$\mathbf{Z = 1,53}$$

Nyní lze ze zjištěných hodnot vypočítat horní hranici pro vyřazení vozidel dle vzorce (9).

$$T_h = \bar{x} + \frac{Z \cdot S}{\sqrt{n}} \quad [\text{roky}] \quad (9)$$

$$T_h = 4,8 + \frac{1,53 \cdot 1,37}{\sqrt{4}} = \mathbf{5,8 \text{ roku}}$$

Pro třetí soubor vozidel Škoda Octavia Sedan byla vypočtena horní hranice pro vyřazení vozidel na 5,8 roku.

Tabulka 7: Horní hranice pro vyřazení vozidel

Soubor vozidel	Horní hranice vyřazení [roky]
Citroën Jumpy	7,1
Škoda Fabia Combi	4,7
Škoda Octavia Sedan	5,8

## 5 Návrh postupu obnovy vozidlového parku, ekonomické zhodnocení.

Ve čtvrté kapitole byla vypočtena optimální doba životnosti vozidel. Na základě těchto hodnot byla vypočtena horní hranice pro vyřazení vozidel. Bylo zjištěno, že z celkového počtu třinácti vozidel mělo být devět již vyřazeno (v tabulce č. 8 zvýrazněné červeně). Konkrétní doba vyřazení vozidel je uvedena v tabulce č. 8.

Tabulka 8: Doba vyřazení stávajících vozidel

Typ vozidla	Registrační značka	Zařazení do provozu	Vyřazení z provozu
Citroën Jumpy	5T7 3448	červenec 2008	<b>únor 2015</b>
Citroën Jumpy	5T7 3449	červenec 2008	<b>duben 2014</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 9343	listopad 2008	<b>červenec 2013</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 9345	listopad 2008	<b>leden 2013</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 8412	listopad 2008	<b>červen 2013</b>
Škoda Fabia Combi	5T9 8413	listopad 2008	<b>listopad 2013</b>
Škoda Fabia Combi	7T1 3995	duben 2011	<b>červenec 2014</b>
Škoda Fabia Combi	7T5 0765	duben 2011	<b>červen 2014</b>
Škoda Octavia Sedan	6T3 5301	červen 2009	<b>listopad 2012</b>
Škoda Octavia Sedan	6T3 5304	červen 2009	<b>červenec 2013</b>
Škoda Octavia Sedan	6T3 5302	červen 2009	<b>únor 2014</b>
Škoda Octavia Sedan	6T7 3557	únor 2011	<b>srpen 2017</b>
Škoda Superb	6T3 5303	červen 2009	<b>březen 2013</b>

V následujícím odstavci bude popsán návrh obnovy vyřazovaných vozidel. Nová vozidla budou vybrána tak, aby měla podobné technické parametry jako vozidla, která mají nahradit. Taktéž bude brán ohled na bezpečnost. Důležitou roli při výběru nových vozidel bude hrát i pořizovací cena. Při pořízení většího počtu vozidel od stejného výrobce, lze dosáhnout smluvní ceny. Ceny vozidel v tabulkách 9 - 12 budou zjištěny z katalogu daného výrobce vozidla včetně DPH, ale neobsahují částky spojené s provozem vozidla (pohonné hmoty, pojištění a údržbu vozidla apod.) [11 - 21]. Vozidla budou porovnávána v základní výbavě. V další kapitole bude provedeno ekonomické zhodnocení a následně vybrána nejvhodnější varianta.

## Soubor vozidel Citroën Jumpy

V této skupině jsou dvě vozidla typu Citroën Jumpy, kdy vozidlo 5T7 3448 má být vyřazeno v únoru 2015 a vozidlo 5T7 3449 mělo být vyřazeno v dubnu 2014. Pro návrh obnovy byla vybrána tato vozidla: Citroën Jumpy, Renault Trafic, Fiat Scudo a Peugeot Expert. Porovnání základních technických dat je v tabulce č. 9.

	Citroën Jumpy	Renault Trafic	Fiat Scudo	Peugeot Expert
<b>Motor</b>	2,0 HDI 88 kW	2,0 dCi 84 kW	2,0 MultiJet 94 kW	2,0 HDI 94 kW
<b>Převodovka</b>	6 st. manuální	6 st. manuální	6 st. manuální	6 st. manuální
<b>Spotřeba paliva město [l/100 km]</b>	8,1	9,1	8,0	8,1
<b>Spotřeba paliva mimo město [l/100 km]</b>	6,1	6,5	6,3	6,6
<b>Spotřeba paliva kombinovaná [l/100 km]</b>	6,8	7,2	6,9	7,1
<b>Emise CO<sub>2</sub> [g/km]</b>	179	198	179	186
<b>Emisní norma</b>	Euro 5	Euro 5	Euro 5	Euro 5
<b>Délka [mm]</b>	4805	4782	4805	4805
<b>Šířka [mm]</b>	1895	1904	1895	1895
<b>Výška [mm]</b>	1942	1955	1942	1942
<b>Rozvor [mm]</b>	3000	3098	3000	3000
<b>Objem nákladového prostoru [m<sup>3</sup>]</b>	5	5	5	5
<b>Euro NCAP</b>	***	**	***	***
<b>Airbag</b>	1	2	1	1
<b>Klimatizace</b>	ne	ano	ne	ne
<b>Katalogová cena [Kč]</b>	<b>646 019</b>	<b>587 939</b>	<b>595 018</b>	<b>626 659</b>

Tabulka 9: Porovnání základních technických dat

Při porovnání dat v tabulce jsem zjistil, že vozidla Citroën Jumpy a Peugeot Expert jsou kvůli vysoké pořizovací ceně nevhodné, proto se zaměřím na Renault Trafic a Fiat Scudo. Fiat Scudo nabízí menší kombinovanou spotřebu a větší pasivní bezpečnost, ale Renault Trafic má nižší pořizovací cenu a v základní výbavě nabízí klimatizaci a airbag řidiče a spolujezdce. Proto bych nahradil vozidlo Citroën Jumpy 5T7 3449 vozidlem Renault Trafic.

## Soubor vozidel Škoda Fabia Combi

V této skupině je šest vozidel typu Škoda Fabia Combi, kdy čtyři vozidla už měla být vyřazena, vozidlo 7T1 3995 má být vyřazeno v červenci 2014 a vozidlo 7T5 0765 v červnu 2014. Pro návrh obnovy byla vybrána tato vozidla: Škoda Fabia Combi, Seat Ibiza ST a Renault Clio Grandtour. Porovnání základních technických dat je v tabulce č. 10.

Tabulka 10: Porovnání základních technických dat

	Škoda Fabia Combi	Seat Ibiza ST	Renault Clio Grandtour
<b>Motor</b>	1,6 TDI 66 kW	1,6 TDI CR 66 kW	1,5 dCi 66 kW
<b>Převodovka</b>	5 st. manuální	5 st. manuální	5 st. manuální
<b>Spotřeba paliva město [l/100 km]</b>	5,1	5,1	4,3
<b>Spotřeba paliva mimo město [l/100 km]</b>	3,6	3,6	3,2
<b>Spotřeba paliva kombinovaná [l/100 km]</b>	4,2	4,2	3,6
<b>Emise CO<sub>2</sub> [g/km]</b>	109	109	95
<b>Emisní norma</b>	Euro 5	Euro 5	Euro 5
<b>Délka [mm]</b>	4227	4247	4267
<b>Šířka [mm]</b>	1693	1642	1945
<b>Výška [mm]</b>	1445	1498	1445
<b>Rozvor [mm]</b>	2469	2465	2589
<b>Objem zavazadlového prostoru [l]</b>	505 / 1485	430 / 1164	443 / 1380
<b>Euro NCAP</b>	****	*****	*****
<b>Airbag</b>	4	4	4
<b>Klimatizace</b>	ne	ne	ne
<b>Katalogová cena [Kč]</b>	<b>377 900</b>	<b>349 900</b>	<b>370 900</b>

Při porovnání dat v tabulce jsem zjistil, že vozidla Škoda Fabia Combi a Renault Clio Grandtour jsou kvůli vyšší pořizovací ceně nevhodné. Proto je pro obnovu vozidel typu Škoda Fabia Combi nejvhodnější vozidlo Seat Ibiza ST.

## Soubor vozidel Škoda Octavia Sedan

V této skupině jsou čtyři vozidla typu Škoda Octavia Sedan, kdy tři vozidla už měla být vyřazena a vozidlo 6T7 3557 má být vyřazeno v srpnu 2017. Pro návrh obnovy byla vybrána tato vozidla: Škoda Octavia Sedan, Opel Astra, Peugeot 308 a Kia Ceed. Porovnání základních technických dat je v tabulce č. 11.

Tabulka 11: Porovnání základních technických dat

	Škoda Octavia	Opel Astra	Peugeot 308	Kia Ceed
<b>Motor</b>	1,6 TDI 77 kW	1,7 CDTI 81kW	1,6 e-HDI FAP 82 kW	1,6 CRDi 81 kW
<b>Převodovka</b>	5 st. manuální	6 st. manuální	6 st. manuální	6 st. manuální
<b>Spotřeba paliva město [l/100 km]</b>	5,0	5,6	4,6	4,7
<b>Spotřeba paliva mimo město [l/100 km]</b>	3,7	4,0	3,3	3,6
<b>Spotřeba paliva kombinovaná [l/100 km]</b>	4,2	4,6	3,8	4,0
<b>Emise CO<sub>2</sub> [g/km]</b>	109	122	99	104
<b>Emisní norma</b>	Euro 5	Euro 5	Euro 5	Euro 5
<b>Délka [mm]</b>	4276	4419	4659	4310
<b>Šířka [mm]</b>	1821	1814	1814	1780
<b>Výška [mm]</b>	1519	1510	1461	1470
<b>Rozvor [mm]</b>	2608	2685	2686	2650
<b>Objem zavazadlového prostoru [l]</b>	590 / 1580	460 / 1010	470 / 1390	380 / 1318
<b>Euro NCAP</b>	*****	*****	*****	*****
<b>Airbag</b>	7	6	6	6
<b>Klimatizace</b>	ne	ano	ano	ano
<b>Katalogová cena [Kč]</b>	<b>424 900</b>	<b>441 900</b>	<b>481 000</b>	<b>414 980</b>

Při porovnání dat v tabulce jsem zjistil, že vozidla Opel Astra a Peugeot 308 jsou kvůli vyšší pořizovací ceně nevhodné, proto se zaměřím na vozidla Škoda Octavia a Kia Ceed. Škoda Octavia nabízí větší zavazadlový prostor a více airbagu, ale v základní výbavě nemá klimatizaci a má větší kombinovanou spotřebu. Proto bych nahradil vozidla Škoda Octavia vozidlem Kia Ceed.

## Soubor vozidla Škoda Superb

V této skupině je jedno vozidlo typu Škoda Superb, které už mělo být vyřazené v březnu 2013. Pro návrh obnovy byla vybrána tato vozidla: Škoda Superb, Audi A4, Volkswagen Passat a Ford Mondeo. Porovnání základních technických dat je v tabulce č. 12.

Tabulka 12: Porovnání základních technických dat

	Škoda Superb	Audi A4	Volkswagen Passat	Ford Mondeo
<b>Motor</b>	2,0 TDI 103 kW	2,0 TDI 110 kW	2,0 TDI 103 kW	2,0 TDCi 103 kW
<b>Převodovka</b>	6 st. manuální	6 st. manuální	6 st. manuální	6 st. manuální
<b>Spotřeba paliva město [l/100 km]</b>	5,4	6,4	5,4	6,1
<b>Spotřeba paliva mimo město [l/100 km]</b>	4,0	4,2	4,0	4,2
<b>Spotřeba paliva kombinovaná [l/100 km]</b>	4,7	4,4	4,7	4,9
<b>Emise CO<sub>2</sub> [g/km]</b>	143	116	119	129
<b>Emisní norma</b>	Euro 5	Euro 5	Euro 5	Euro 5
<b>Délka [mm]</b>	4838	4703	4769	4850
<b>Šířka [mm]</b>	1817	1826	1820	1886
<b>Výška [mm]</b>	1462	1427	1470	1460
<b>Rozvor [mm]</b>	2761	2808	2712	2850
<b>Objem zavazadlového prostoru [l]</b>	595 / 1700	480 / -	565 / -	550 / -
<b>Euro NCAP</b>	*****	*****	*****	*****
<b>Airbag</b>	7	8	8	9
<b>Klimatizace</b>	ano	ano	ano	ano
<b>Katalogová cena [Kč]</b>	<b>604 900</b>	<b>895 900</b>	<b>702 900</b>	<b>645 890</b>

Při porovnání dat v tabulce jsem zjistil, že vozidla Audi A4 a Volkswagen Passat mají výrazně vyšší pořizovací cenu a proto jsou nevhodné. Proto se zaměřím na vozidla Škoda Superb a Ford Mondeo. Ford Mondeo nabízí více airbagu, ale i tak je pořizovací ceny vyšší. Proto bych vozidlo Škoda Superb nahradil opět vozidlem Škoda Superb.

## Ekonomické zhodnocení

V současné době je možné pořídit vozidla prostřednictvím:

- nákupu za hotové,
- nákupu formou leasingu,
- nákupu formou spotřebitelského úvěru.

### Nákup za hotové

Tento způsob financování připadá v úvahu pouze při vhodném plánování obnovy vozidlového parku, kdy je možno naplánovat dostatečný rozpočet. Při tomto způsobu platby je výhodou možnost daňových odpisů [9]. Kdy osobní i nákladní automobily jsou zaříděny do odpisové skupiny 2 s dobou odepisování 5 let. Odpisy se rozdělují na rovnoměrné a zrychlené. Nákup za hotové preferuje DPO. V tabulce č. 13 - 16 je uveden přehled rovnoměrných odpisů vybraných vozidel.

Tabulka 13: Rovnoměrný odpis vozidla Renault Trafic

Renault Trafic	Pořizovací cena [Kč]	Doba odpisování [roky]	Odpisovaná částka [Kč]	Zůstatková cena [Kč]
	587 939	1	64673	523 266
		2	130816	392 449
		3	130816	261 633
		4	130816	130 816
		5	130816	0

Tabulka 14: Rovnoměrný odpis vozidla Seat Ibiza ST

Seat Ibiza ST	Pořizovací cena [Kč]	Doba odpisování [roky]	Odpisovaná částka [Kč]	Zůstatková cena [Kč]
	349 900	1	38489	311 411
		2	77853	233 558
		3	77853	155 706
		4	77853	77 853
		5	77853	0



Tabulka 15: Rovnoměrný odpis vozidla Kia Ceed

Kia Ceed	Pořizovací cena [Kč]	Doba odpisování [roky]	Odpisovaná částka [Kč]	Zůstatková cena [Kč]
	414 980	1	45648	369 332
		2	92333	276 999
		3	92333	184 666
		4	92333	92 333
		5	92333	0

Tabulka 16: Rovnoměrný odpis vozidla Škoda Superb

Škoda Superb	Pořizovací cena [Kč]	Doba odpisování [roky]	Odpisovaná částka [Kč]	Zůstatková cena [Kč]
	604 900	1	66 539	538 361
		2	134 590	403 771
		3	134 590	269 181
		4	134 590	134 590
		5	134 590	0

### Nákup formou leasingu

Leasing znamená pronájem, resp. smlouvu o pronájmu, kdy pronajímatel poskytuje za úplatu nájemci právo danou věc využívat. Po dobu pronájmu zůstává majetek ve vlastnictví pronajímatele. Po ukončení leasingové smlouvy má nájemce na danou věc předkupní právo.

Z hlediska praktického leasingu se rozlišují dva základní typy:

- operativní leasing (po ukončení leasingu zůstává předmět ve vlastnictví leasingové společnosti),
- finanční leasing (smlouva obsahuje předkupní právo).

Liší se délkou pronájmu a účelem, kterému slouží. Výhodou je zahrnutí povinného ručení a havarijního pojištění do leasingových splátek. V tabulce č. 17 je zobrazen výpočet financování pomocí leasingu [22]. Výpočty jsou pouze obecné, každá leasingová společnost nabízí vlastní podmínky leasingu.

Tabulka 17: Zobrazení financování formou leasingu

	Leasing 48 měsíců - Akontace 30% - Roční úrok 4%				
	Pořizovací cena [Kč]	Roční splátka [Kč]	Akontace [Kč]	Celkem zapláceno [Kč]	Celkem přepláceno [Kč]
<b>Renault Trafic</b>	587 939	121 512	176 382	446 044	30 486
<b>Seat Ibiza ST</b>	349 900	76 368	104 970	265 454	20 524
<b>Kia Ceed</b>	414 980	88 692	124 470	314 766	20 336
<b>Škoda Superb</b>	604 900	124 728	181 470	458 911	35 481

### Nákup formou spotřebitelského úvěru

Oproti leasingu se pořizovaný předmět stává majetkem kupujícího ihned po podpisu smlouvy. Výhodou je, že lze majetek účetně a daňově odepisovat. Úroky z úvěru jsou navíc také daňově uznatelným nákladem (výdajem) [9]. Nevýhodou jsou poplatky za vedení úvěrového účtu, poplatky za vyřízení žádosti a další. V tabulce č. 18 je zobrazen výpočet financování pomocí spotřebitelského úvěru [22]. Výpočet je pouze informativního charakteru, každá úvěrová společnost nabízí vlastní podmínky spotřebitelského úvěru.

Tabulka 18: Zobrazení financování formou spotřebitelského úvěru

	Úvěr 48 měsíců - Roční úrok 8%			
	Pořizovací cena [Kč]	Roční splátka [Kč]	Celkem zapláceno [Kč]	Celkem přepláceno [Kč]
<b>Renault Trafic</b>	587 939	319 092	638 181	50 242
<b>Seat Ibiza ST</b>	349 900	189 900	379 801	29 901
<b>Kia Ceed</b>	414 980	225 216	450 442	35 462
<b>Škoda Superb</b>	604 900	328 296	656 592	51 692

## Shrnutí

Vozidla uvedená v tabulce č. 9 - 12 byla konzultovaná na DPO. Citroën Jumpy bude nahrazeno vozidlem Renault Trafic, vozidla typu Škoda Fabia Combi budou postupně nahrazována vozidlem Seat Ibiza ST, pro nahrazení vozidel typu Škoda Octavia Sedan bylo vybráno vozidlo Kia Ceed a vozidlo Škoda Superb je vhodné nahradit opět vozidlem Škoda Superb.

Nejvýhodnější varianta financování je nákup za hotové, tento nákup neobsahuje žádné úrokové sazby spojené s leasingem nebo úvěrem. Při uhrazení pořizovací ceny a podepsání kupní smlouvy se pořizovaný předmět stává majetkem kupujícího.

Pro možnost financování nákupu za hotové je nutné mít dostatek volných finančních prostředků na pořízení vozidla. Kupující musí vynakládat další finanční prostředky na provoz vozidla (pohonné hmoty, pojištění, plánovaná údržba i po poruše).

Tabulka 19: Porovnání forem financování

	Hotovost	Leasing		Úvěr	
	Pořizovací cena [Kč]	Akontace + celkem zapláceno [Kč]	Celkem přepláceno [Kč]	Celkem zapláceno [Kč]	Celkem přepláceno [Kč]
<b>Renault Trafic</b>	587 939	622 426	30 486	638 181	50 242
<b>Seat Ibiza ST</b>	349 900	370 424	20 524	379 801	29 901
<b>Kia Ceed</b>	414 980	439 236	20 336	450 442	35 462
<b>Škoda Superb</b>	604 900	640 381	35 481	656 592	51 692
<b>Σ</b>	<b>1 957 719</b>	<b>2 072 467</b>	<b>106 827</b>	<b>2 125 016</b>	<b>167 297</b>

V tabulce č. 19 je porovnání platbou v hotovosti, financování formou leasingu a financování formou spotřebitelského úvěru. Pro každé vozidlo je uvedena pořizovací cena a celková cena při pořízení vozidla formou leasingu nebo spotřebitelského úvěru. Následně je vidět o jakou částku by se zaplatilo více při zvolené formě financování pro daný typ vozidla.

## 6 Závěr

V této závěrečné práci byla řešena problematika obnovy vozidlového parku firmy a to Dopravního podniku Ostrava a.s. Návrh se týkal osobních a užitkových vozidel, sloužících pro potřeby dopravního podniku.

Cílem této bakalářské práce byl návrh obnovy vozidel, kdy byla vypočtena optimální doba života vozidel a následně byl navržen způsob obnovy, který byl v této práci splněn.

V úvodu byl stručně představen Dopravní podnik Ostrava a.s. a charakterizován jeho vozidlový park. Filozofii dopravního podniku je spokojenost zákazníka, profesionalita, spolehlivost, přesnost, ochota zaměstnanců vůči cestujícímu a týmová práce kolektivu. Takto rozsáhlá a komplexní činnost by nebyla možná bez operativního řízení technologických skupin. Každá tato skupina pro výkon své činnosti využívá rozličný typ vozidel. K posouzení jsem vybral 13 vozidel, kdy určujícím kritériem byly celkově ujeté kilometry a rok pořízení.

V teoretické části bakalářské práce byly charakterizovány základní pojmy související se stanovením optimální doby životnosti vozidla a jeho obnovy. V této části je také popsán životní cyklus vozidel.

Optimální životnost silničních vozidel byla vypočtena pomocí metody exponenciálních trendů. Bylo zjištěno, že k obnově již mělo dojít u devíti z třinácti hodnocených vozidel.

Závěrem práce bylo vytvořit výběr konkrétních typů vozidel, kterými by mohla být postupně nahrazována vozidla na konci životnosti ve vozidlovém parku DPO. Ke každému souboru vozidel byly navrženy čtyři alternativy vozidel se zachováním daných požadavků Dopravního podniku Ostrava a.s.

## 7 Seznam použité literatury

- [1] DANĚK, Alois; ŠIROKÝ, Jaromír a FAMFULÍK, Jan. *Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků*. Ostrava : VŠB-TUO, 2000. ISBN 80-86122-41-7.
- [2] DANĚK, Alois a ŠIROKÝ, Jaromír. *Teorie obnovy dopravních prostředků*. Ostrava : VŠB-TUO, 1999. ISBN 80-7078-568-3.
- [3] DANĚK, Alois a RICHTÁŘ Michal. *Cvičení z teorie obnovy dopravních prostředků*. Ostrava : VŠB-TUO, 2003. str. 90. 1. vydání. ISBN 80-86122-41-7.
- [4] FAMFULÍK, Jan; MÍKOVÁ, Jana a KŘYŽÁNEK, Radek. *Teorie údržby*. Ostrava : VŠB-TUO, 2007. str. 237. 1. vydání. ISBN 978-80-248-1509-1.
- [5] ČSN IEC 300-3-3. *Analýza nákladů životního cyklu*. Praha: Český normalizační institut, 1997, 01 0690.
- [6] VINTR, Z.: *Specifikace požadavků na bezpečnost technických objektů*. Brno Vojenská akademie 1998.
- [7] Znalecký standard I/2005 - oceňování motorových vozidel, VUT v Brně Krejčíř, J.
- [8] Zákon č. 56/2001 Sb., ze dne 10. ledna 2001 o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích
- [9] Zákon ČNR č. 586/1992 Sb., o daních z příjmu.

### Internetové zdroje

- [10] Kategorizace silničních vozidel dle EHK [online]. [cit. 2014-28-2]. Dostupné na: [http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Moodle/1\\_5.pdf](http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Moodle/1_5.pdf)
- [11] <http://www.auto.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [12] <http://www.skoda-auto.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [13] <http://www.fiat.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [14] <http://www.renault.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [15] <http://www.citroen.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [16] <http://www.ford.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [17] <http://www.audi.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [18] <http://www.volskwagen.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [19] <http://www.peugeot.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [20] <http://www.opel.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [21] <http://www.seat.cz> [navštíveno 2014-7-5]
- [22] <http://www.vypocitat.cz> [navštíveno 2014-8-5]
- [23] <http://www.dpo.cz> [navštíveno 2014-4-4]

## 8 Seznam obrázků, grafů a tabulek

### Obrázky

Obrázek 1: Schéma průběhu intenzity poruch, spolehlivosti a opotřebení [1]	13
Obrázek 2: Dělbá nákladů v LCC [4]	14
Obrázek 3: Schéma nákladů na spolehlivost [4]	15

### Grafy

Graf 1: Stav tachometru jednotlivých typů vozidel	11
Graf 2: Příklad klesající exponenciály hodnoty vozidla	16
Graf 3: Příklad rostoucí exponenciály nákladů na údržbu vozidla	17
Graf 4: Průběh celkové hodnoty vozidla [1]	18
Graf 5: Průběh poklesu ceny vozidla Škoda Octavia Sedan 6T3 5304	23
Graf 6: Průběh kumulativních nákladů ceny vozidla Škoda Octavia Sedan 6T3 5304	23

### Tabulky

Tabulka 1: Seznam vybraných vozidel DPO k obnově	10
Tabulka 2: Amortizační stupnice znaleckých standardů	21
Tabulka 3: Základní procentuální srážka za počet ujetých km	22
Tabulka 4: Škoda Octavia Sedan 6T3 5304	22
Tabulka 5: Údaje vozidla Škoda Octavia Sedan 6T3 5304	24
Tabulka 6: Optimální doba obnovy jednotlivých vozidel	24
Tabulka 7: Horní hranice pro vyřazení vozidel	26
Tabulka 8: Doba vyřazení stávajících vozidel	27
Tabulka 9: Porovnání základních technických dat	28
Tabulka 10: Porovnání základních technických dat	29
Tabulka 11: Porovnání základních technických dat	30
Tabulka 12: Porovnání základních technických dat	31
Tabulka 13: Rovnoměrný odpis vozidla Renault Trafic	32
Tabulka 14: Rovnoměrný odpis vozidla Seat Ibiza ST	32
Tabulka 15: Rovnoměrný odpis vozidla Kia Ceed	33
Tabulka 16: Rovnoměrný odpis vozidla Škoda Superb	33
Tabulka 17: Zobrazení financování formou leasingu	34
Tabulka 18: Zobrazení financování formou spotřebitelského úvěru	34
Tabulka 19: Porovnání forem financování	35

## **9 Seznam příloh**

Příloha A Výpočet aktuální ceny vozidla

Příloha B Výpočet optimální doby obnovy vozidla

Příloha C Výpočet horní hranice obnovy vozidla

## Příloha A Výpočet aktuální ceny vozidla

CITROEN JUMPY 5T7 3448			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			576911
2008	1	0.25	432683
2009	2	0.33	386530
2010	3	0.40	346147
2011	4	0.45	317301
2012	5	0.50	288456
2013	6	0.55	259610

CITROEN JUMPY 5T7 3449			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			520765
2008	1	0.25	390574
2009	2	0.33	348913
2010	3	0.40	312459
2011	4	0.45	286421
2012	5	0.50	260383
2013	6	0.55	234344

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 9343			
Zařazení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			345350
2008	1	0.25	259013
2009	2	0.33	231385
2010	3	0.40	207210
2011	4	0.45	189943
2012	5	0.50	172675
2013	6	0.55	155408

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 9345			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			345350
2008	1	0.25	259013
2009	2	0.33	231385
2010	3	0.40	207210
2011	4	0.45	189943
2012	5	0.50	172675
2013	6	0.55	155408

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 8412			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			342900
2008	1	0.25	257175
2009	2	0.33	229743
2010	3	0.40	205740
2011	4	0.45	188595
2012	5	0.50	171450
2013	6	0.55	154305

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 8413			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			342900
2008	1	0.25	257175
2009	2	0.33	229743
2010	3	0.40	205740
2011	4	0.45	188595
2012	5	0.50	171450
2013	6	0.55	154305

ŠKODA FABIA COMBI 7T1 3995			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			332467
2011	1	0.25	249350
2012	2	0.33	222753
2013	3	0.40	199480

ŠKODA FABIA COMBI 7T5 0765			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			351684
2011	1	0.25	263763
2012	2	0.33	235628
2013	3	0.40	211010



ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5301			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			527227
2009	1	0.25	395420
2010	2	0.33	353242
2011	3	0.40	316336
2012	4	0.45	289975
2013	5	0.50	263614

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5304			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			538907
2009	1	0.25	404180
2010	2	0.33	361068
2011	3	0.40	323344
2012	4	0.45	296399
2013	5	0.50	269453

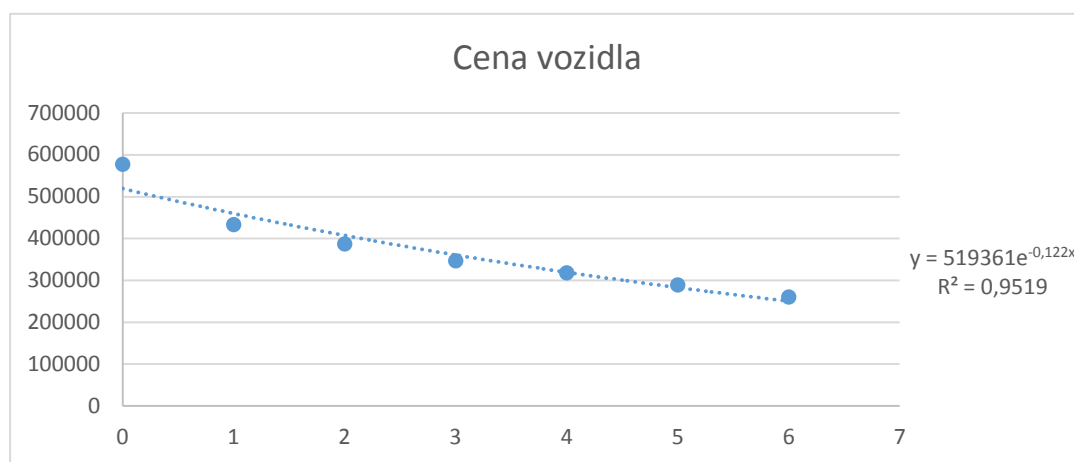
ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5302			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			539326
2009	1	0.25	404495
2010	2	0.33	361349
2011	3	0.40	323596
2012	4	0.45	296629
2013	5	0.50	269663

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T7 3557			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			281633
2011	1	0.25	211225
2012	2	0.33	188694
2013	3	0.40	168980

ŠKODA SUPERB 6T3 5303			
Uvedení do provozu	Stáří	Sazba	Cena vozidla
			593530
2009	1	0.25	445147
2010	2	0.33	397665
2011	3	0.40	356118
2012	4	0.45	326441
2013	5	0.50	296765

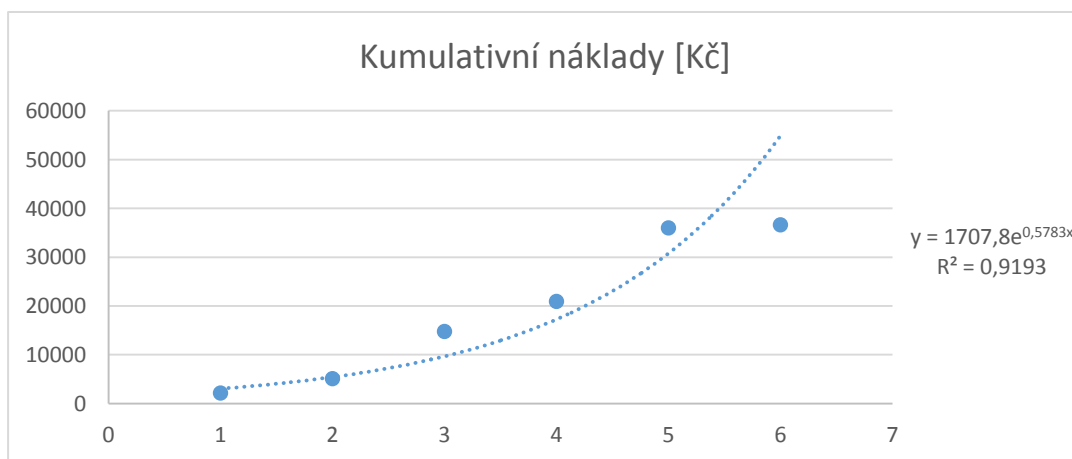
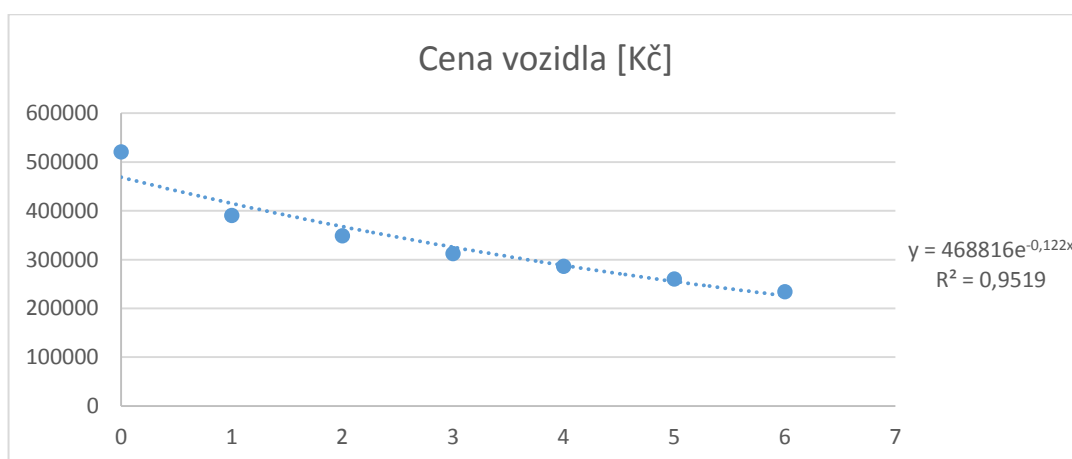
## Příloha B Výpočet optimální doby obnovy vozidla

CITROEN JUMPY 5T7 3448						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						576911
2008	1	9424	2204	2204	0.25	432683
2009	2	18847	2949	5153	0.33	386530
2010	3	28271	2127	7280	0.40	346147
2011	4	37694	2810	10090	0.45	317301
2012	5	47118	16949	27039	0.50	288456
2013	6	65965	8141	35180	0.55	259610



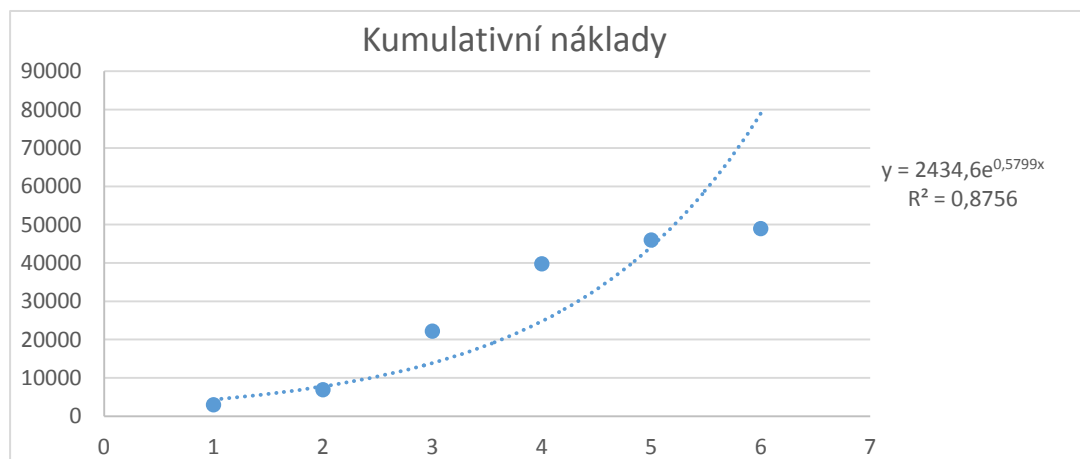
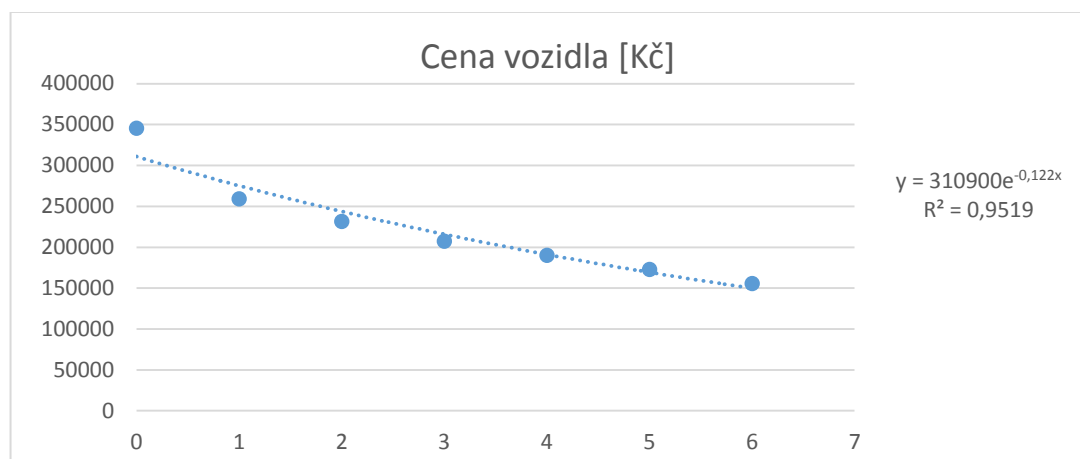
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	576911
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.122
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	1418
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.5472
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	6,7

CITROEN JUMPY 5T7 3449						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						520765
2008	1	5904	2204	2204	0.25	390574
2009	2	11809	2949	5153	0.33	348913
2010	3	17713	9665	14818	0.40	312459
2011	4	23617	6155	20973	0.45	286421
2012	5	29521	15065	36038	0.50	260383
2013	6	41330	628	36666	0.55	234344



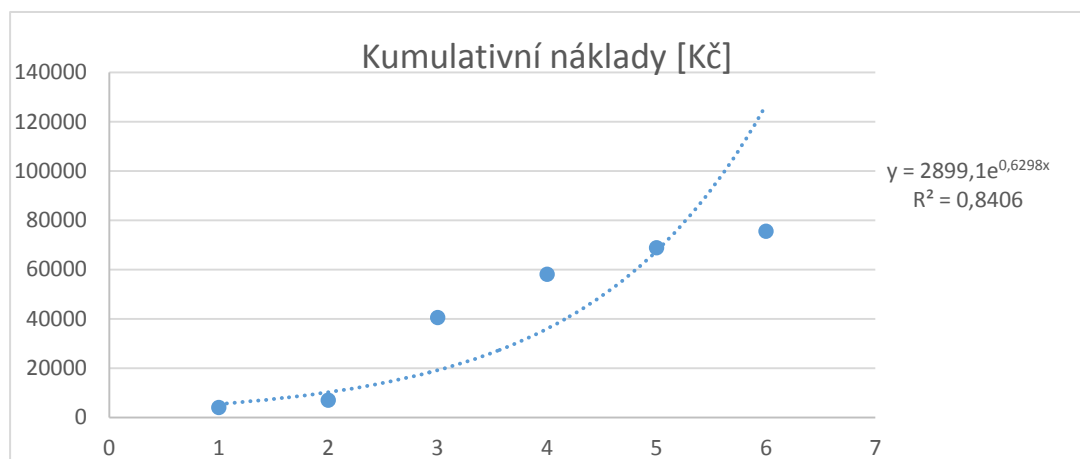
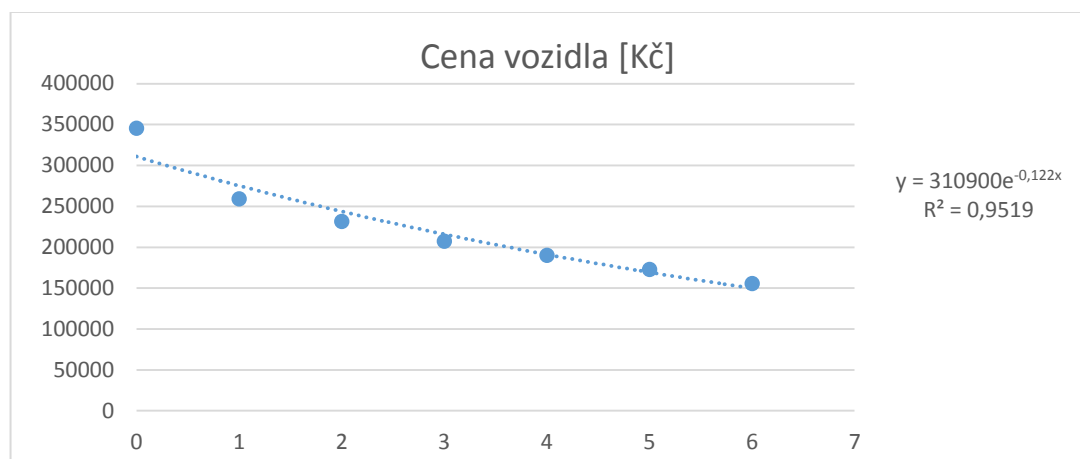
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	520765
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.122
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	1708
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.5783
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	5,9

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 9343						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						345350
2008	1	18095	2964	2964	0.25	259013
2009	2	36190	3926	6890	0.33	231385
2010	3	54285	15292	22182	0.40	207210
2011	4	72379	17576	39758	0.45	189943
2012	5	90474	6204	45962	0.50	172675
2013	6	108569	2983	48945	0.55	155408



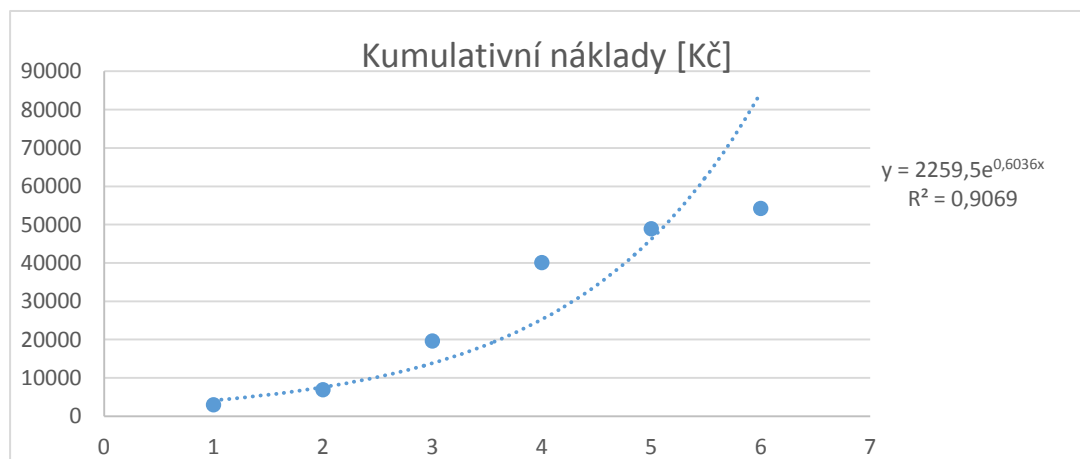
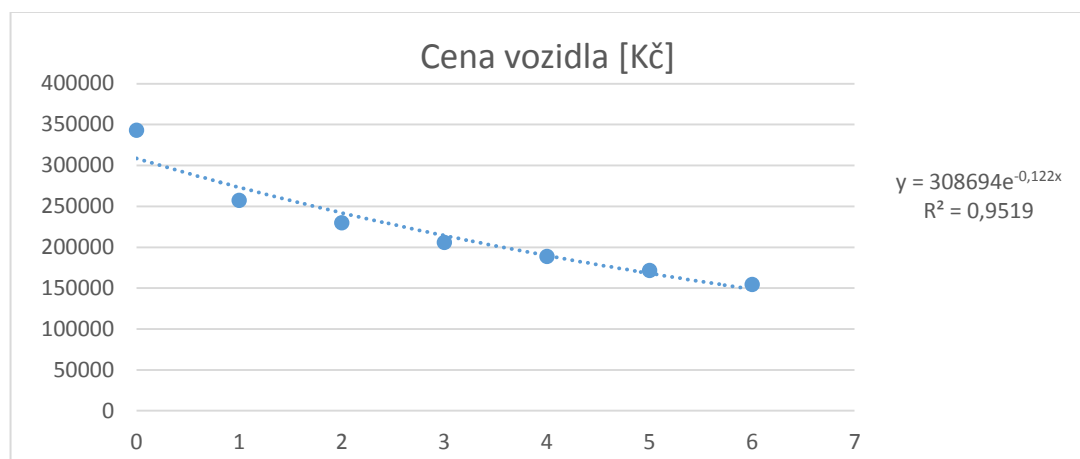
<b>Nákupní cena vozidla - C [Kč]</b>	345350
<b>Koeficient klesající exponenciály - <math>\alpha</math> [-]</b>	0.122
<b>Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]</b>	2435
<b>Koeficient rostoucí exponenciály - <math>\beta</math> [-]</b>	0.5799
<b>Optimální doba obnovy vozidla <math>T_{opt}</math> [rok]</b>	<b>4,8</b>

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 9345						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						345350
2008	1	22073	3926	3926	0.25	259013
2009	2	44145	2964	6890	0.33	231385
2010	3	66218	33551	40441	0.40	207210
2011	4	88290	17561	58002	0.45	189943
2012	5	110363	10766	68768	0.50	172675
2013	6	132435	6705	75473	0.55	155408



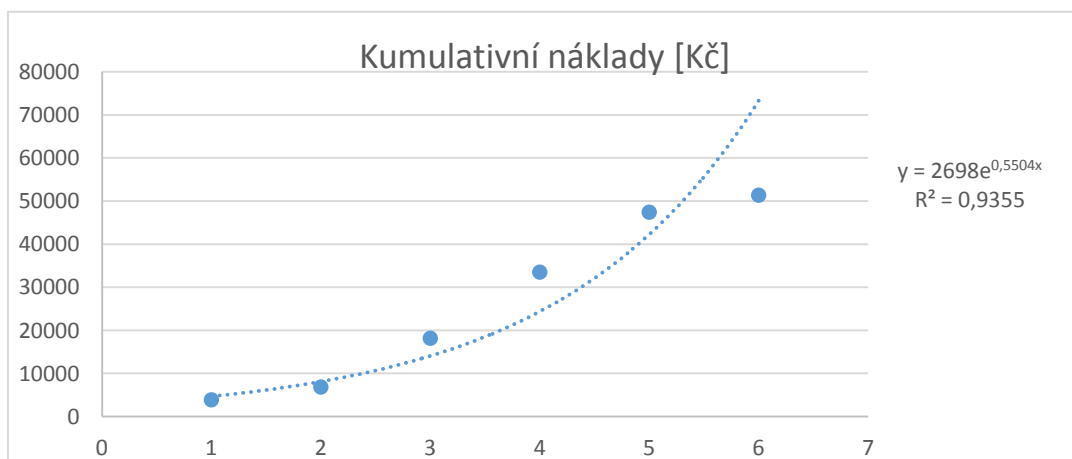
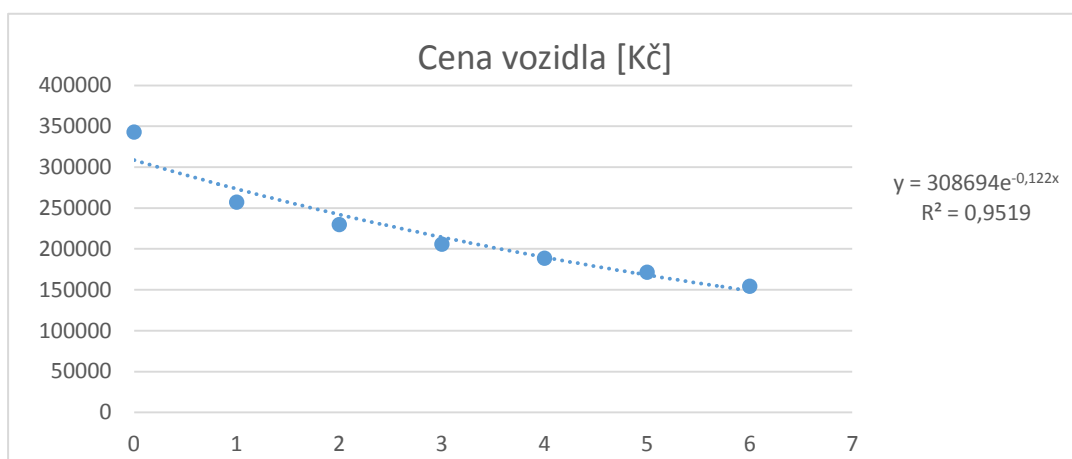
<b>Nákupní cena vozidla - C [Kč]</b>	345350
<b>Koeficient klesající exponenciály - <math>\alpha</math> [-]</b>	0.122
<b>Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]</b>	2899
<b>Koeficient rostoucí exponenciály - <math>\beta</math> [-]</b>	0.6298
<b>Optimální doba obnovy vozidla <math>T_{opt}</math> [rok]</b>	<b>4,2</b>

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 8412						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						342900
2008	1	14477	2964	2964	0.25	257175
2009	2	28953	3926	6890	0.33	229743
2010	3	43430	12725	19615	0.40	205740
2011	4	57907	20462	40077	0.45	188595
2012	5	72383	8835	48912	0.50	171450
2013	6	86860	5300	54212	0.55	154305



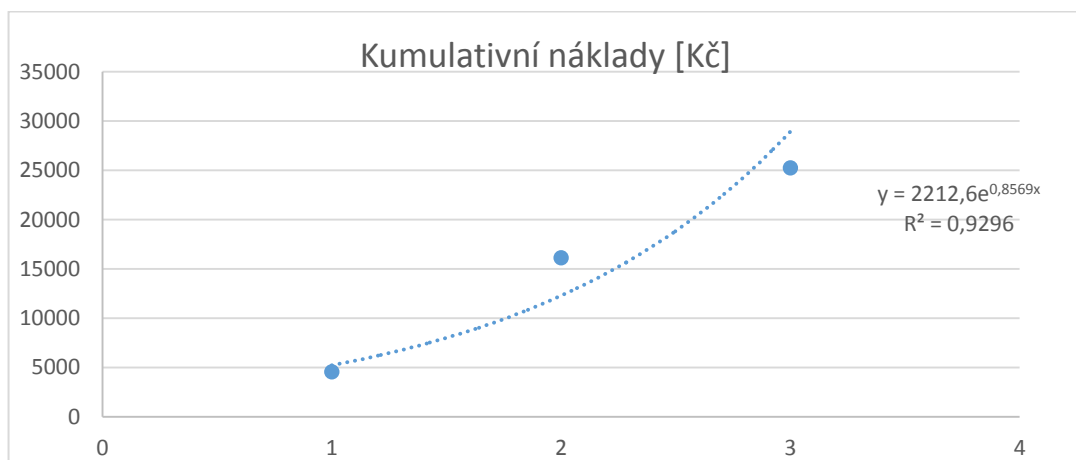
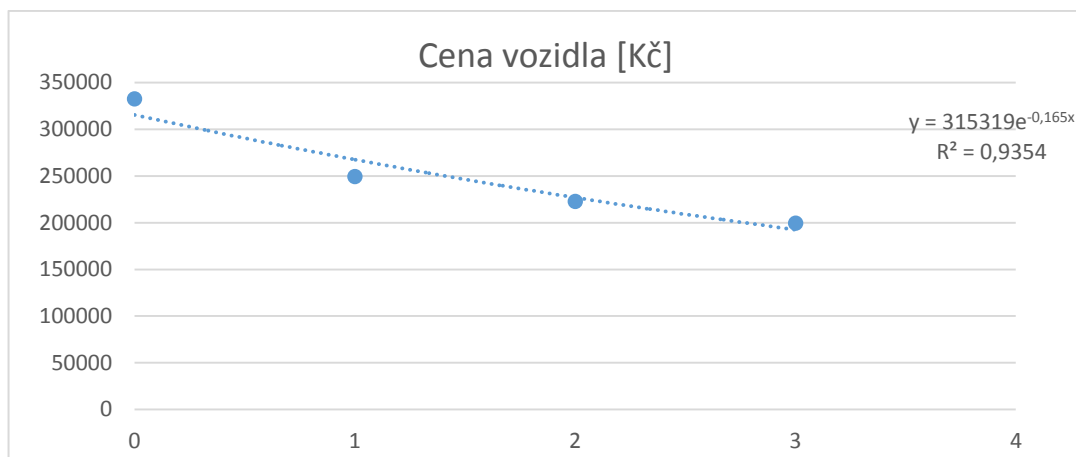
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	342900
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.122
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	2260
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.6036
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	4,7

ŠKODA FABIA COMBI 5T9 8413						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						342900
2008	1	19759	3926	3926	0.25	257175
2009	2	39519	2964	6890	0.33	229743
2010	3	59278	11324	18214	0.40	205740
2011	4	79037	15345	33559	0.45	188595
2012	5	98797	13919	47478	0.50	171450
2013	6	118556	3947	51425	0.55	154305



<b>Nákupní cena vozidla - C [Kč]</b>	342900
<b>Koeficient klesající exponenciály - <math>\alpha</math> [-]</b>	0.122
<b>Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]</b>	2698
<b>Koeficient rostoucí exponenciály - <math>\beta</math> [-]</b>	0.5504
<b>Optimální doba obnovy vozidla <math>T_{opt}</math> [rok]</b>	<b>5,0</b>

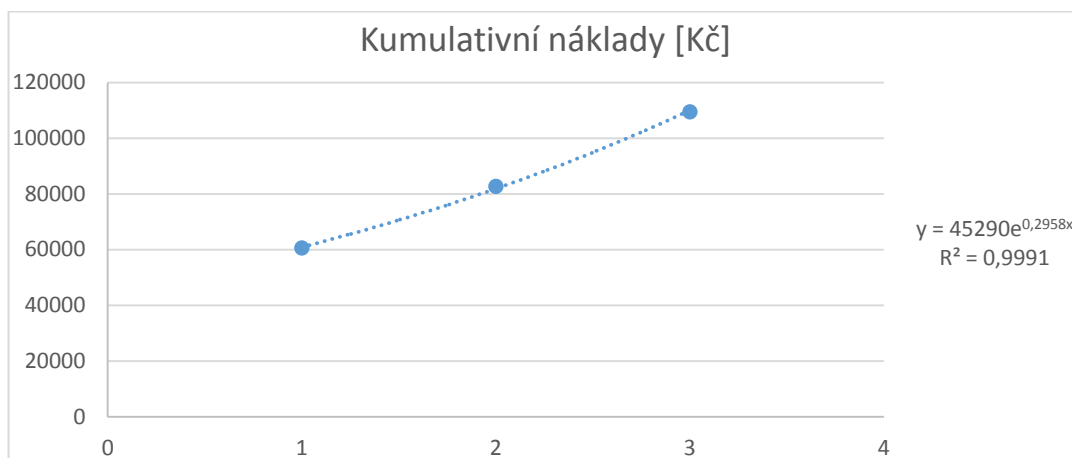
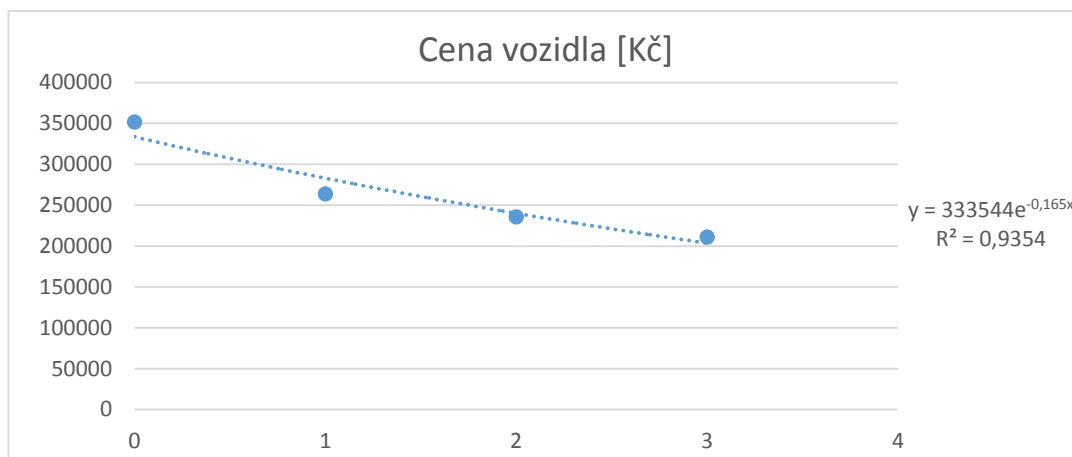
ŠKODA FABIA COMBI 7T1 3995						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						332467
2011	1	20468	4549	4549	0.25	249350
2012	2	40936	11576	16125	0.33	222753
2013	3	61404	9123	25248	0.40	199480



Nákupní cena vozidla - C [Kč]	332467
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.165
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	2213
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.8569
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	3,3

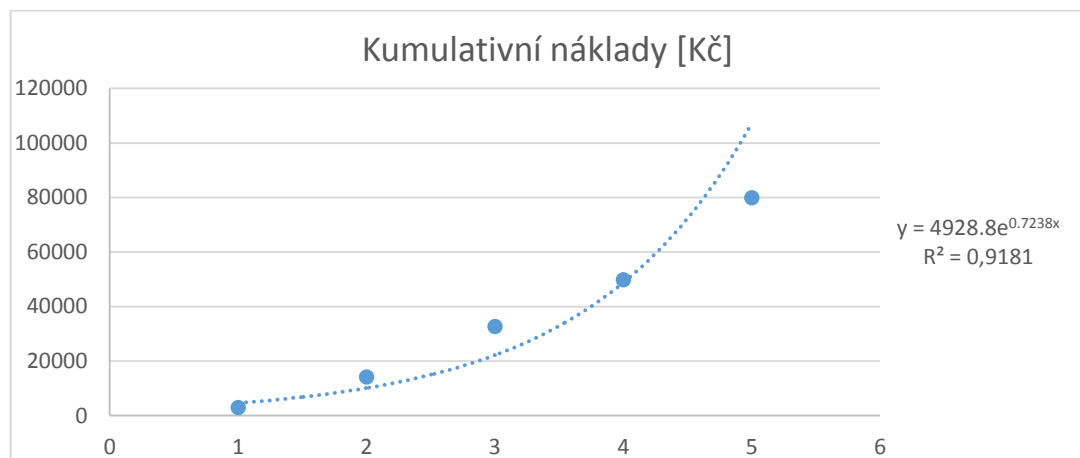
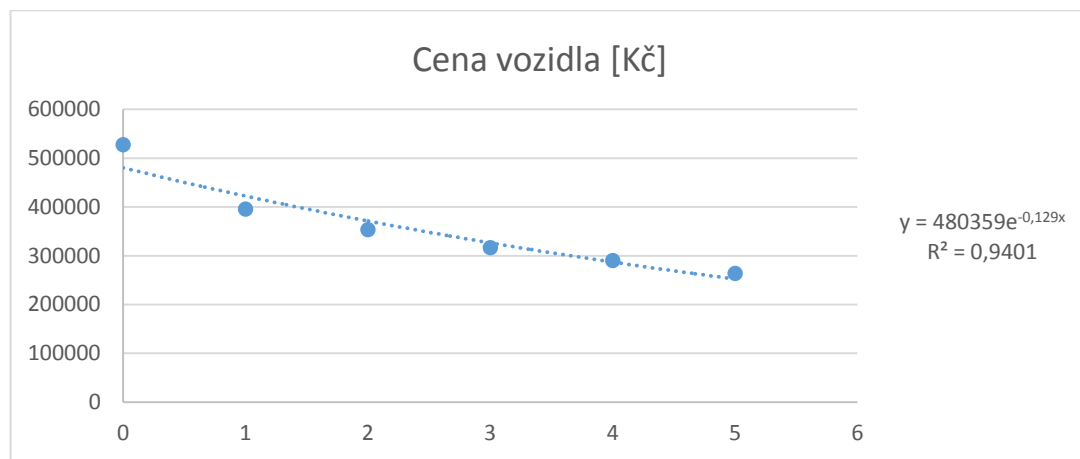


ŠKODA FABIA COMBI 7T5 0765						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						351684
2011	1	37842	60570	60570	0.25	263763
2012	2	75684	22117	82687	0.33	235628
2013	3	113526	26766	109453	0.40	211010



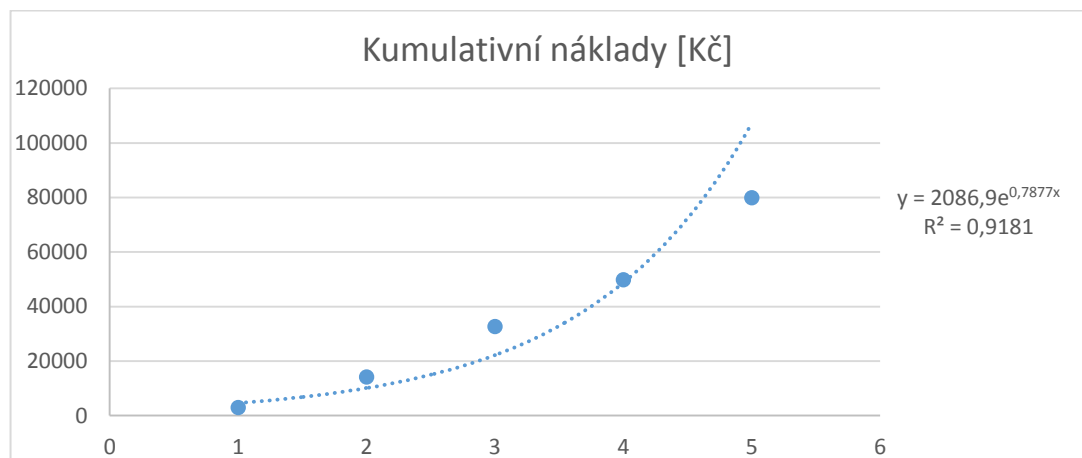
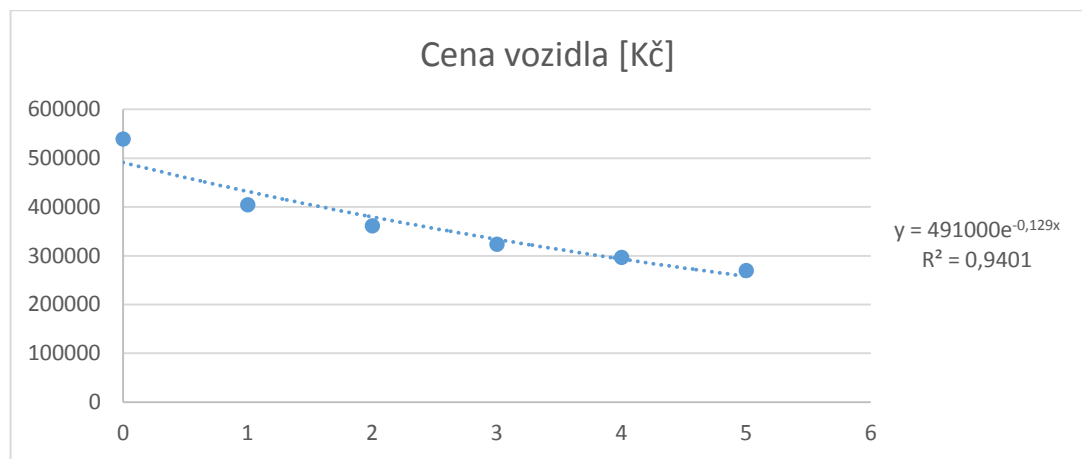
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	351684
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.165
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	45290
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.2958
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	3,2

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5301						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						527227
2009	1	16699	2921	2921	0.25	395420
2010	2	33398	68511	71432	0.33	353242
2011	3	50098	11405	82837	0.40	316336
2012	4	66797	7101	89938	0.45	289975
2013	5	83496	7156	97094	0.50	263614



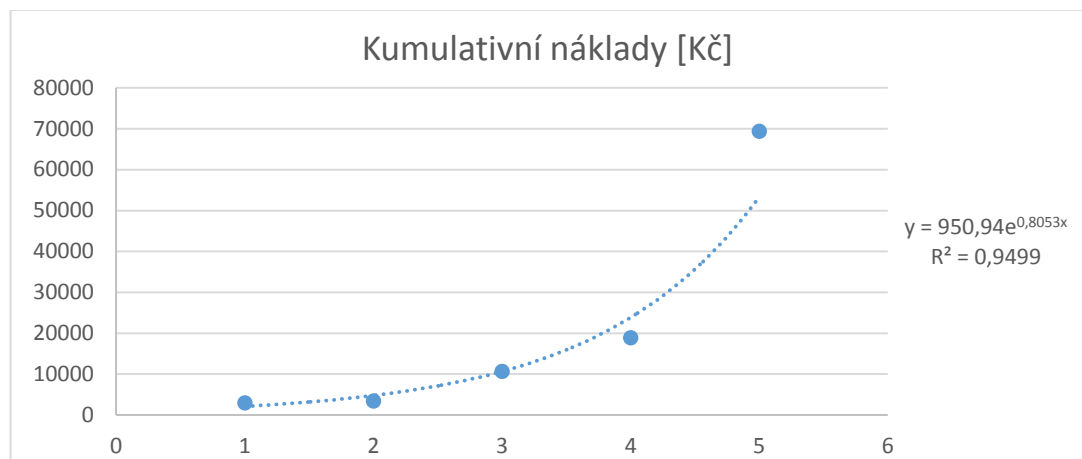
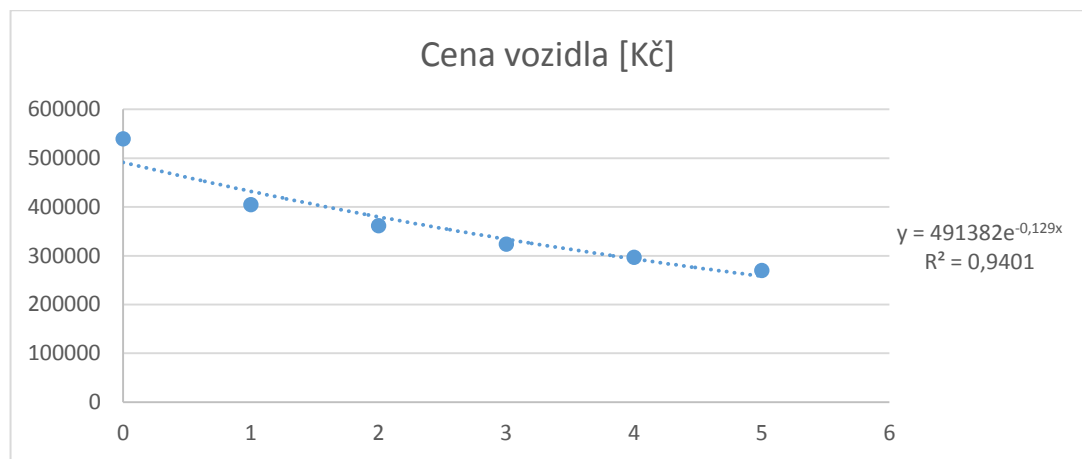
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	527227
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.129
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	4929
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.7238
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	3,5

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5304						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						538907
2009	1	15884	2921	2921	0.25	404180
2010	2	31768	11208	14129	0.33	361068
2011	3	47651	18504	32633	0.40	323344
2012	4	63535	17159	49792	0.45	296399
2013	5	79419	30098	79890	0.50	269453



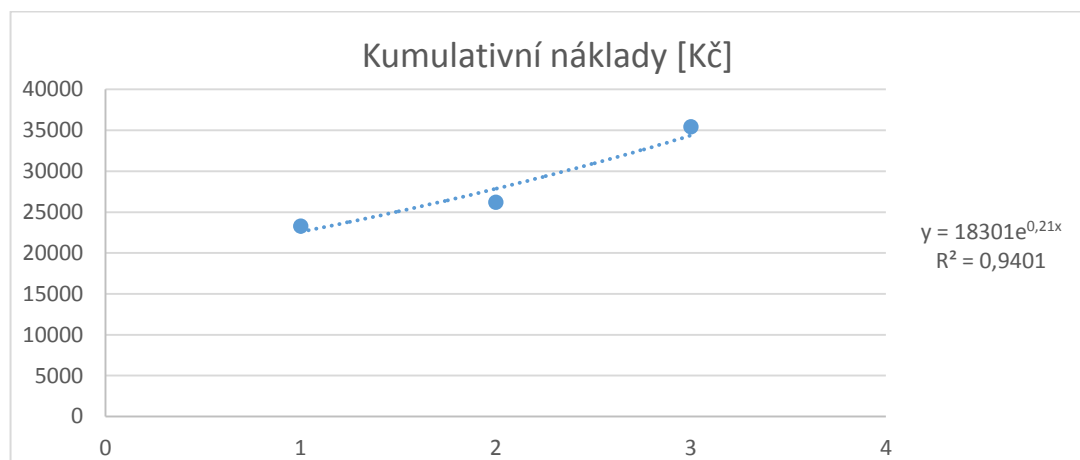
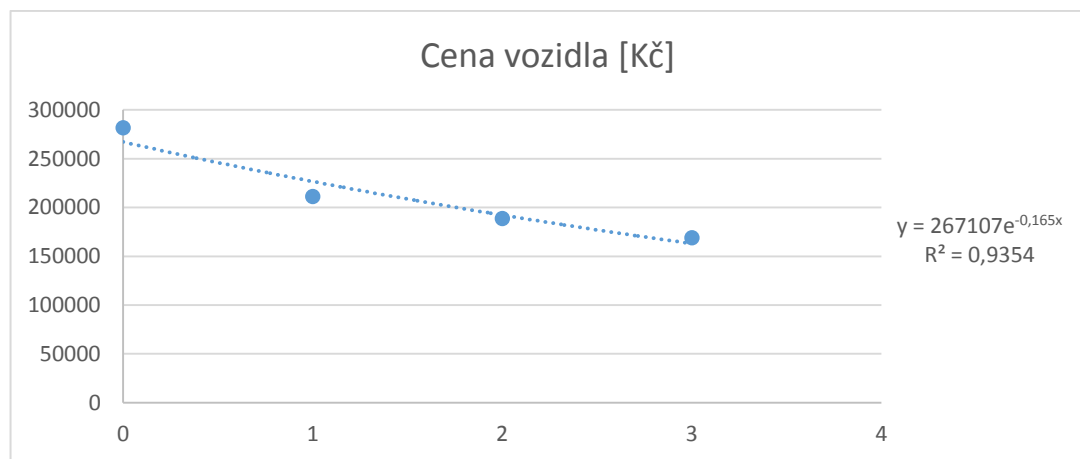
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	538907
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.129
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	2087
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.7877
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	4,1

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T3 5302						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						539326
2009	1	17761	2921	2921	0.25	404495
2010	2	35523	458	3379	0.33	361349
2011	3	53284	7249	10628	0.40	323596
2012	4	71046	8220	18848	0.45	296629
2013	5	88807	50507	69355	0.50	269663



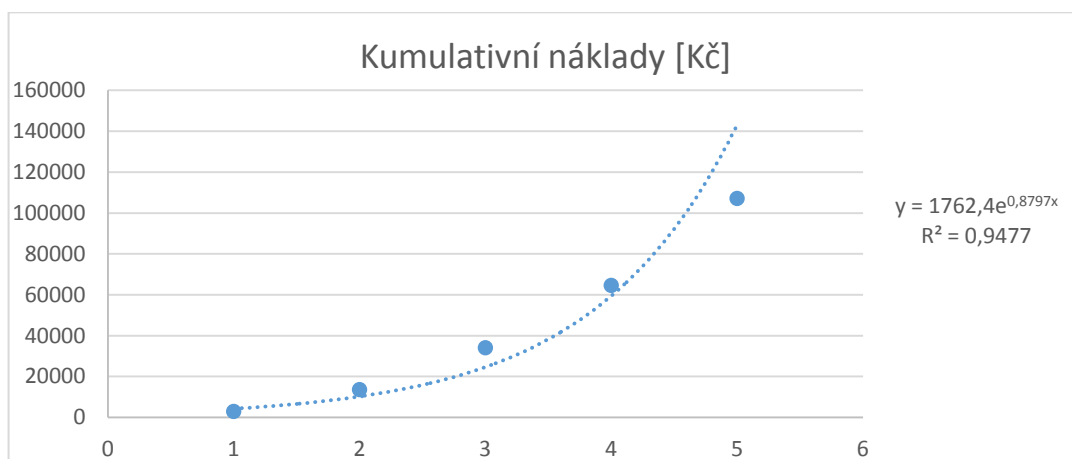
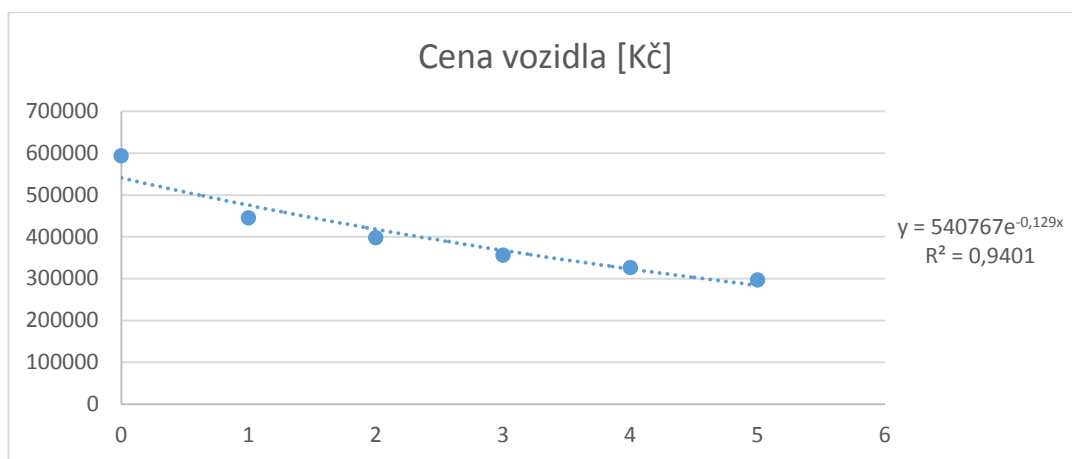
Nákupní cena vozidla - C [Kč]	539326
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.129
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	951
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.8053
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	4,8

ŠKODA OCTAVIA SEDAN 6T7 3557						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						281633
2011	1	5152	23278	23278	0.25	211225
2012	2	10305	2921	26199	0.33	188694
2013	3	15457	9228	35427	0.40	168980



Nákupní cena vozidla - C [Kč]	281633
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.165
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	18301
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.21
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	6,6

ŠKODA SUPERB 6T3 5303						
Uvedení do provozu	Stáří	Stav tachometru	Náklady	Kumulativní náklady	Sazba	Cena vozidla
						593530
2009	1	28598	2872	2872	0.25	445147
2010	2	57195	10681	13553	0.33	397665
2011	3	85793	20473	34026	0.40	356118
2012	4	114390	30494	64520	0.45	326441
2013	5	142988	42545	107065	0.50	296765



Nákupní cena vozidla - C [Kč]	593530
Koeficient klesající exponenciály - $\alpha$ [-]	0.129
Amplituda udržovacích nákladů - A [Kč]	1762
Koeficient rostoucí exponenciály - $\beta$ [-]	0.8797
Optimální doba obnovy vozidla $T_{opt}$ [rok]	3,9

## Příloha C Výpočet horní hranice obnovy vozidla

### Soubor vozidel Citroën Jumpy

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{2} \cdot (6,7 + 5,9) = \mathbf{6,3 roku}$$

$$\mathbf{S = 0,56}$$

$$\text{TINV}(\alpha, n)$$

$$\text{TINV}(0.2, 2)$$

$$\mathbf{Z = 1,89}$$

$$T_h = \bar{x} + \frac{Z \cdot S}{\sqrt{n}}$$

$$T_h = 6,3 + \frac{3,08 \cdot 0,56}{\sqrt{2}} = \mathbf{7,1 roku}$$

### Soubor vozidel Škoda Fabia Combi

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{6} \cdot (4,8 + 4,2 + 4,7 + 5,0 + 3,3 + 3,2) = \mathbf{4,2 roku}$$

$$\mathbf{S = 0,79}$$

$$\text{TINV}(\alpha, n)$$

$$\text{TINV}(0.2, 6)$$

$$\mathbf{Z = 1,44}$$

$$T_h = \bar{x} + \frac{Z \cdot S}{\sqrt{n}}$$

$$T_h = 4,2 + \frac{1,48 \cdot 0,79}{\sqrt{6}} = \mathbf{4,7 roku}$$

### Soubor vozidel Škoda Octavia Sedan

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{4} \cdot (3,5 + 4,1 + 4,8 + 6,6) = \mathbf{4,8 roku}$$

$$\mathbf{S = 1,38}$$

$$\text{TINV}(\alpha, n)$$

$$\text{TINV}(0.2, 4)$$

$$\mathbf{Z = 1,53}$$

$$T_h = \bar{x} + \frac{Z \cdot S}{\sqrt{n}}$$

$$T_h = 4,8 + \frac{1,53 \cdot 1,38}{\sqrt{4}} = \mathbf{5,8 roku}$$